

موقع التحكم من التاء الى الميم هو الموقع الاول عربياً فى شرح التحكم الالى من الصفر حتى الاحتراف عن طريق الدروس الدورية فى شرح كل ماهو جديد وحصرى فى الكلاسيك كنترول والتحكم الالى وانظمة PLC و الاسكادا SCADA AND DCS والدريف بانواعه عن طريق الدورات والكورسات المجانية بالاضافة للكثير من الكتب الهامة والكتب الحصرية والخاصة بموسوعة التحكم من التاء الى الميم وموسوعة الف باء وهى حصرية على موقع التحكم من التاء الى الميم
كما يشرح الموقع باستفاضة التبريد والتكييف والمولدات الكهربية والغلايات البخارية والضواغط الهوائية والمصاعد بالاضافة الى دورات HVAC والديستربيوشن والتيار الخفيف ومشاريع التخرج المختلفة

/https://control-a2z.blogspot.com

موقع التحكم من التاء الى الميم مدعوم بواسطة مهندس ايمن ياسر عبدالعزيز

























المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج



الكليات التقنية

الحقيبة التدريبية:

أنظمة التحكم في التبريد وتكييف الهواء (نظري)

في تخصص التبريد وتكييف الهواء



مقدمة

الحمد لله وحده،والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على الله ثم على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **أنظمة التحكم في التبريد وتكييف الهواء - نظري** " لمتدربي تخصص " **التبريد وتكييف الهواء** " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجلً أن تسهم بالشكل المباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، مدعم بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الفهـــرس



تمهيد

استكمالا لما ورد في مقرر أساسيات التحكم في أنظمة التبريد وتكييف الهواء يشمل مقرر أنظمة التحكم في التبريد وتكييف الهواء جزأين أحدهما نظري لبيان الأساس العلمي لنظم التحكم ومتطلباته وجزء تطبيقي لاكتساب المهارات وصقلها عمليا. ويحوي الجزء الأول سبع وحدات.

تشمل الوحدة الأولى : التحكم المنطقي المبرمج، ويتناول المفهوم العام لهذا النوع من التحكم والبوابات المنطقية والدوائر الكهربية وبعض التطبيقات وطرق برمجتهم.

تشمل الوحدة الثانية تتبع وتصميم ورسم دوائر التحكم والقدرة للوحدات التجارية والصناعية، وكذلك تتبع وتصميم ورسم دوائر إذابة الصقيع بالطرق المختلفة بالإضافة إلى طرق توصيل المحرك ثلاثي الأوجه.

تشمل الوحدة الثالثة نظم التحكم في محطات تكييف الهواء المركزي لمبردات المياه لأغراض تكييف الهواء Chiller control ويتناول متطلبات التحكم وأجهزة التشغيل والحماية. أيضا طرق التحكم في السعة كذلك التحكم في الغلايات والتحكم في أبراج التبريد.

تشمل الوحدة الرابعة نظم التحكم الأولية لعمليات تكييف الهواء والتحكم في الأنظمة المتكاملة لتكييف الهواء كوحدات مناولة الهواء التي تعمل لخدمة منطقة واحدة وكذلك التي تعمل لخدمة عدة مناطق وأيضا التي تعمل بنظام الهواء متغير الحجم.

تشمل الوحدة الخامسة النظم الاستراتيجية لإدارة الطاقة وتوفيرها BMS في أنظمة التبريد وتكييف الهواء وكذلك التحكم الرقمي المباشر DDC ويتناول مميزات ومكونات التحكم الرقمي المباشر وتطبيقات استخدامه في أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

تشمل الوحدة السادسة نظام التحكم النيوماتي Pneumatic control (بالهواء المضغوط) لتكييف الهواء للسعات العالية ويتناول مكونات وعناصر منظومة التحكم النيوماتي وتأثيراتها (مباشرة وغير مباشرة. بالإضافة إلى الصمامات والبوابات النيوماتية.

تشمل الوحدة السابعة التحكم في الضوضاء Noise control الصادرة عن وحدات التبريد و تكييف الهواء وتتناول مصادرها وقياسها وطرق التحكم للحد منها.



يحتوي الجزء الثاني ثلاث وحدات تطبيقية بالمختبر للتحكم المنطقي المبرمج في مجال التبريد وتكييف الهواء و التحكم الرقمي المباشر وترشيد الطاقة بالمباني والتحكم بضغط الهواء

وتشمل الوحدة الأولى التطبيق العملي للتحكم المنطقي المبرمج للبوبات والدوائر الكهربية والعمليات المساعدة ، والتطبيقات في مجال التبريد و تكييف الهواء.

وتشمل الوحدة الثانية: التطبيق العملي للتحكم الرقمي المباشر لنظام ترشيد الطاقة بالمباني

وتشمل الوحدة الثالثة التطبيق العملي للتحكم بضغط الهواء والتحكم الكهرونيوماتي.

الوحدة الأولى

التحكم المنطقي المبرمج PLC

الهدف العام :

التعرف على نظام التحكم المنطقي المبرمج PLC وبرمجته واستخداماته في التبريد وتكييف الهواء.

الأهداف التفصيلية :

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

- التعرف على مفهوم PLC و مميزاته ومكوناته.
- دراسة طرق البرمجة للبوابات المنطقية.
- برمجة الدوائر الكهربائية.
- برمجة نموذج كتطبيق في التبريد وتكييف الهواء.

الوقت المتوقع للتدريب

2 ساعة

الوحدة الأولى

التحكم المنطقي المبرمج وتطبيقاته في التبريد وتكييف الهواء
PLC and its applications in Ref. and A/C.

هذه الوحدة تتناول فكرة نظرية عن التحكم المنطقي المبرمج PLC ،وتتعرض لمفهوم ومكونات ومميزات PLC ، وطرق البرمجة عموما وبرمجة البوبات المنطقية والدوائر الكهربائية ومثال مبسط لبرمجة التطبيقات في التبريد و تكييف الهواء. وللاستزادة يجب متابعة الموضوع بالجزء العملي الذى يتناول الموضوع بالتفصيل.

أ - مفهوم ومكونات ومميزات PLC

من المعروف أن نظام التحكم التقليدي يستخدم المرحلات المغناطيسية magnetic relays ، ذات العناصر الميكانيكية والكهربائية التي من خواصها : كبيرة الحجم ،مستهلكة لطاقة كهربائية نسبيا عالية ، تصدر أصواتا ، تسخن كثيرا ، وتحتاج لمتابعة من الفني لتشخيص أعطالها المتكررة . على ذلك تم استبداله بنظام التحكم المنطقي المبرمج للحصول على خواص أفضل . وهذا النظام يستخدم أشباه الموصلات semiconductors كوسيلة لتحقيق متطلبات التحكم للمرحلات وفقا للمعايير المطلوبة . فهو يحتوى على ذاكرة لتخزين المعلومات والتي بدورها تعمل على تحقيق مجموعة من العمليات كالتتابع والتوقيت والعد والعمليات الحسابية لتتحكم بدورها في الإجراءات المختلفة وتشغيل العناصر المتحكم فيها.
لا تكاد تخلو صناعة اليوم من استخدام PLC كمعدات التبريد و تكييف الهواء وصناعة السيارات والصناعات الكيماوية والأغذية والصناعات المعدنية. وقد وصف هذا التقدم الهائل في العمليات الإنتاجية باستخدام PLC بالثورة الصناعية الثانية.

ب -مزايا التحكم المنطقي المبرمج PLC advantages

تمتاز وحدة PLC عن المرحلات المغناطيسية بميزات منها:

- صغر الحجم مقارنة بالمرحلات مما يساعد على استخدام حجم صغير لعناصر التحكم .

- قلة الطاقة المستهلكة.

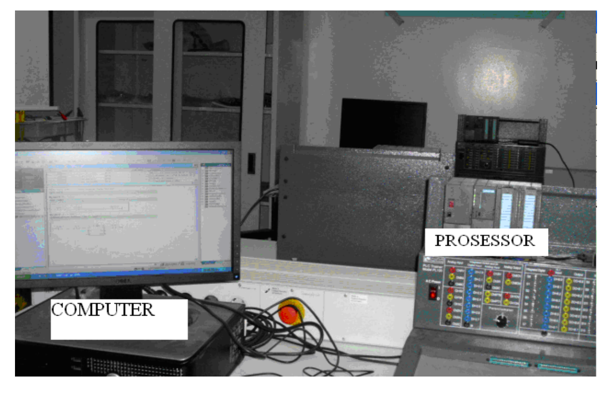
- سهولة الصيانة وتتبع الأعطال حيث أنها تشخص كثيرا من الأعطال ذاتيا.
- سهولة البرمجة وتحميلها في وقت قصير جدا ، حيث لا يحتاج لإعادة توصيل الأسلاك كما بالمرحلات.
- استيعابها لعدد كبير من عمليات التحكم.

ج -مكونات وحدة التحكم المنطقي المبرمج PLC unit composition

تتكون وحدة PLC من : مصدر الطاقة ، وحدات الإدخال ،وحدات الإخراج ، وحدات المعالجة ، وصلات الربط .

- مصدر الطاقة Power supply لإمداد الوحدة بالطاقة الكهربائية.
- المبرمج PROGRAMER وهو عبارة عن حاسب COMPUTER به برنامج خاص للبرمجة ، وقد يكون مبرمج يدوي.
- وحدات الإدخال/ والإخراج Input / out units.
- المعالج PROSESSOR وهو العقل المدبر لاستقبال الدخول ويقوم بمجموعة من العمليات المنطقية ،والتتابع والتوقيت ،والعد والعمليات الحسابية لتتحكم بدورها في الإجراءات المختلفة لتحقيق الإخراج (output) المطلوب.
- وصلات الربط بين المبرمج والمعالج.

شكل (1- 1) يبين مجمل المكونات .



شكل (1- 1) وحدة PLC

د -طرق البرمجة Programming methods

هناك عدة طرق للبرمجة منها : مخطط السلم - طريقة السرد - خريطة السريان .

- مخطط السلم Ladder Diagram (LD) وفيه ترسم خطوات التحكم في صورة سُلمية كمثال:

حيث A و B دخلان و R إخراج

- طريقة السرد (Satement List) وفيها تسرد خطوات التحكم في صورة قائمة تحتوي الدخول وتوصيلها (توالي و أو توازي) والإخراج وتختلف الرموز حسب الشركة المنتجة والطراز وكمثال لتوصيل دخلين على التوالي لطرازين لإحدى الشركات :

رموز برمجة طراز 1	رموز برمجة طراز 2
L I 0.0	A I 124.0
A I 0.1	A I 124.1
= Q 0.0	= Q 124.0

حيث I دخل A توالي وL تحميل وQ الإخراج

- مخطط الأداء الوظيفي Function Block Diagram (FBD) أو الرمز المنطقي Logic Symble وفيه ترسم خطوات التحكم برموز خاصة تبين مسار الدخول والعمليات التي تتم عليهما لإنتاج الإخراج كمثال لتوصيل دخلين على التوالي :

كما يمكن التعبير عن البرنامج ببعض الصيغ ومنها : جدول الحقيقة ومعادلة بوول التاليتين:

- **جدول الحقيقة** Truth table

يبين الجدول أوضاع المداخل مفصولة (0) أو موصلة (I) وعلاقتها بالإخراج . من الجدول التالي لمدخلين على التوالي يتبين أن الإخراج يكون عندما يوصل المدخلان كما بالصف الأخير .

A	B	R
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

و الجدول التالي لمدخلين على التوازي يتبين أن الإخراج يكون عندما يوصل أحد المدخلين أو كليهما.

A	B	R
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- **معادلة بوول** Bool's equation
  - حالة التوصيل على التوالي A.B=R وتقرأ A و B تساوي R
  - حالة التوصيل على التوازي A+B=R وتقرأ A أو B تساوي R

ه - البوابات المنطقية Logic gates

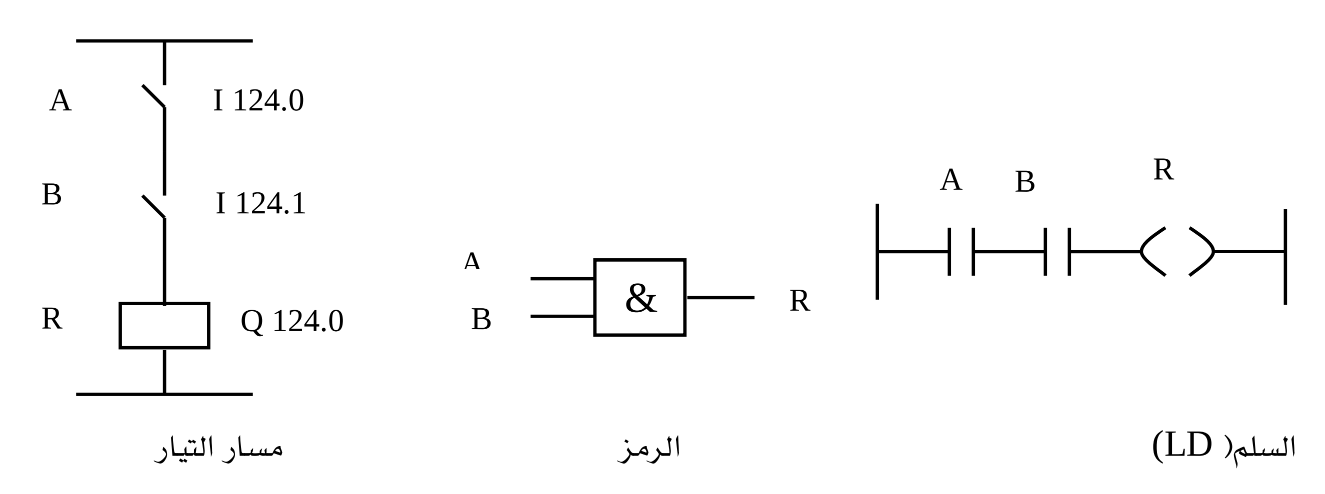
توجد ثلاث بوابات أساسية هي : NOT ، OR ، AND

و توجد عدة بوابات ثانوية منها : XNOR ، XOR ، NOR ، NAND

البوابات الأساسية

أ - **بوابة** AND " و "

تمثل مجموعة مداخل على التوالي كما بدائرة مسار التيار التالية و يكون الإخراج عندما تغلق جميع المداخل (مدخلين فأكثر)



و لبرمجة مثل هذه البوابة بطريقة السلم كما يلي

I124. I124. Q124.

ويكون البرنامج كما بالشكل التالي من الوحدة بالمختبر

```
OB1: CYCL_EXC      "Main Program Sweep (Cycle)"
Comment:

Network 1 : Title:
Comment:

     I124.0        I124.1                         Q124.0
|----| |-----------| |-----------------------------( )----|
```

شكل (1- 2) برنامج بوابة AND بالسلم

ويكون البرنامج بالسرد كما بالشكل التالي:

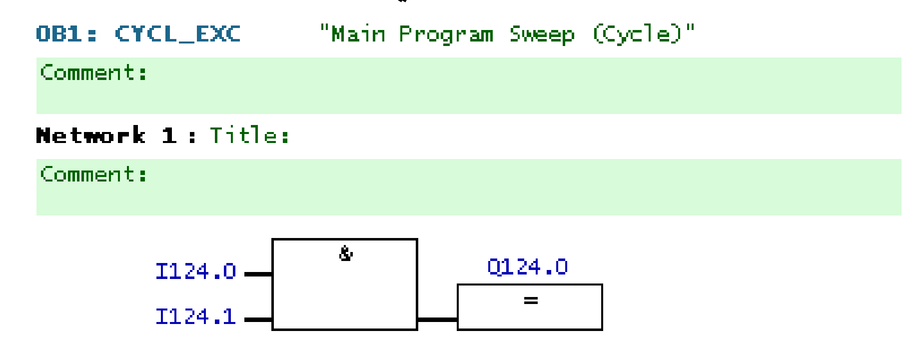
```
OB1: CYCL_EXC      "Main Program Sweep (Cycle)"
Comment:

Network 1 : Title:
Comment:

      A     I     124.0
      A     I     124.1
      =     Q     124.0
```

شكل (1- 3) برنامج بوابة AND بالسرد

كما يمكن كتابته أو تحويله بطريقة الرمز كما يلي

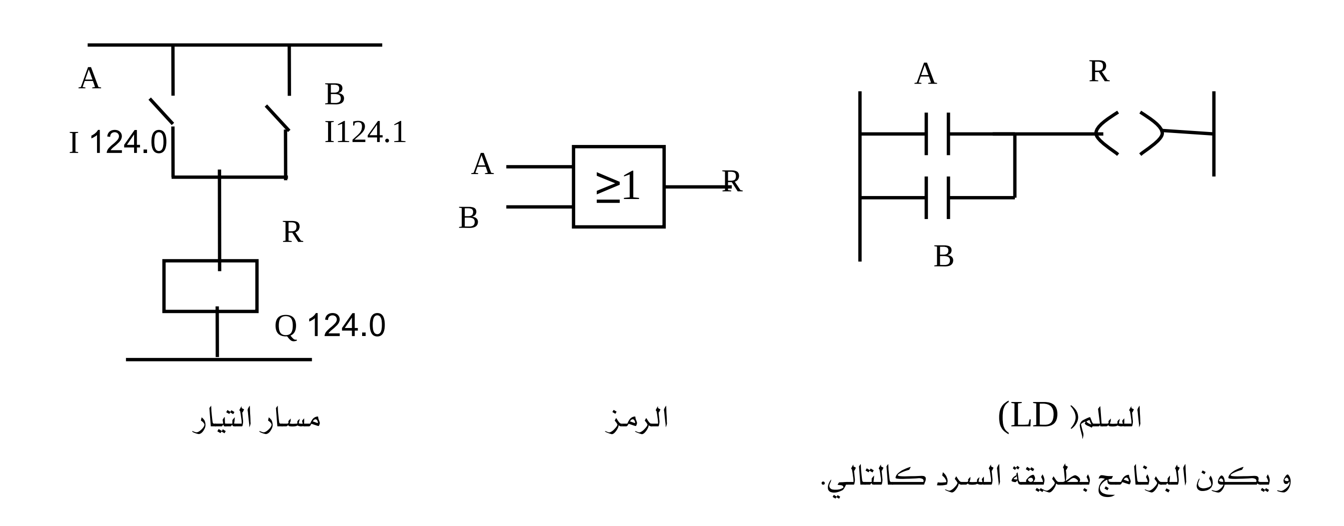


شكل (1- 4) برنامج بوابة AND بالرموز

ب -بوابة OR " أو "

تمثل مجموعة مداخل على التوازي كما بدائرة مسار التيار التالية و يكون الإخراج عندما يغلق أحد المداخل أو مجموعة منها أو كلها.

مثال

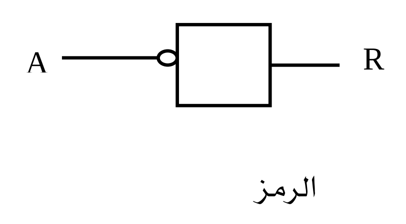


مسار التيار الرمز السلم (LD)

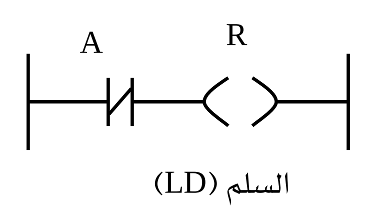
و يكون البرنامج بطريقة السرد كالتالي.

دخل A	O I 124. 0
توازي دخل B	O I 124.1
إخراج R	= Q 124.0

جـ - بوابة NOT " النفي



الرمز



السلم (LD)

والبرنامج كما يلي :

نفي الدخل A	A N I 124.0
إخراج R	= Q 124.0

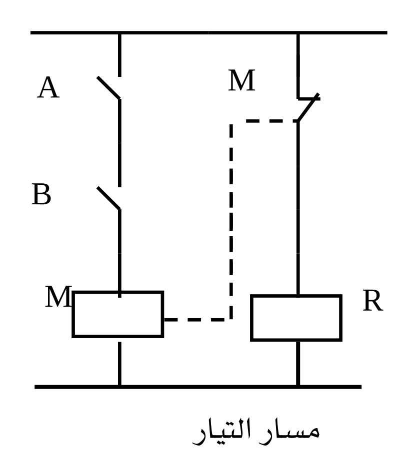
و -البوابات المنطقية الثانوية Secondary logic gates

من البوابات المنطقية الثانوية: NAND ، NOR ، XOR ، XNOR

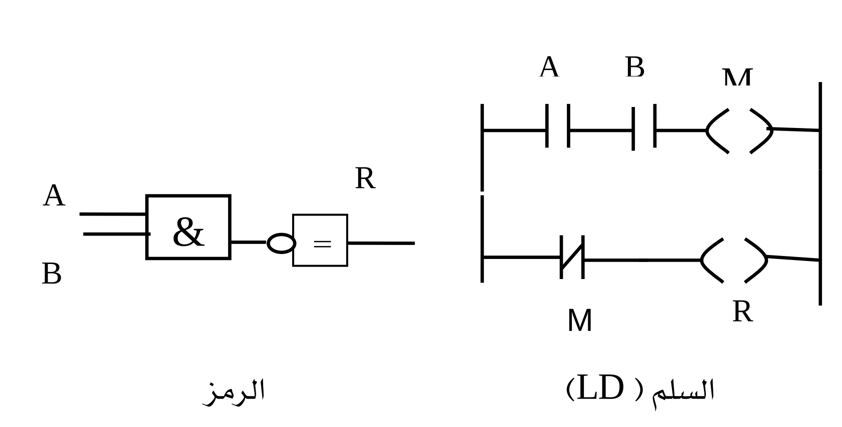
بوابة NAND " نفي و "

تعمل عكس بوابة AND أي لا يكون هناك مخرج عندما تكون جميع المداخل مغلقة .

ويمكن تمثيلها كما يلي :



مسار التيار



الرمز

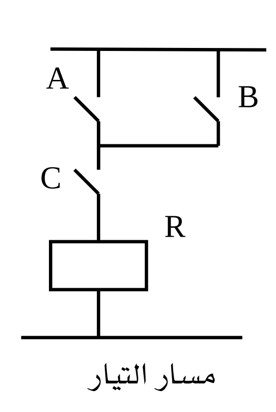
السلم (LD)

ويمكن كتابة السرد كما يلي

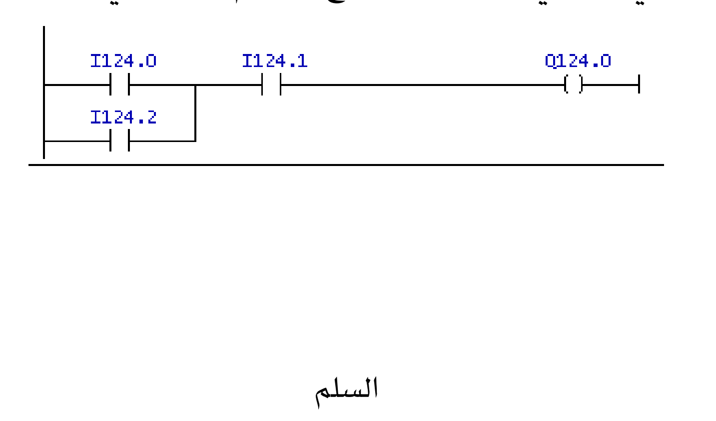
دخل A	A I 124. 0
توالي دخل B	A I 124.1
	NOT
إخراج R	= Q 124.0

ز -دوائر مركبة من البوابات المختلفة

معظم الدوائر الكهربائية تتركب من بوابات مختلفة و من أمثلتها دائرة مسار التيار الموضحة والتي تحوي مفتاحين علي التوازي مع آخر علي التوالي يكون البرنامج بالسلم كما يلي :



مسار التيار



السلم

ح -نموذج تطبيقي للتحكم في التبريد و تكييف الهواء Applied model for A/C control

نظرا لمحدودية الوقت سيتم التطرق لنموذج واحد كتطبيق ، وللاستزادة يمكن الرجوع لحقيبة التطبيق العملي.

1. وحدة تكييف هواء بسيطة

لبرمجة تحكم هذه الوحدة يجب التعرف على : متطلبات التحكم - العناصر المستخدمة لتحقيق متطلبات التحكم- تخصيص العناصر بنظيرتها بوحدة PLC.

- متطلبات التحكم

(تغيير معدل الهواء- توزيعه- تبريده- وأو تسخينه)

- العناصر المستخدمة لتحقيق متطلبات التحكم:

1) مروحة سرعتان (أو ثلاث) لتغيير معدل الهواء
2) ريش توجيه للهواء لتوزيعه
3) وحدة تبريد بسيطة لتبريده مع وسائل التشغيل والحماية
4) سخان كهربي للتدفئة (أو عكس الدورة) لتسخينه للتدفئة

يمكن الاستعانة بأي دائرة مسار تيار لمكيف تبريد وتدفئة بسخان كهربي (راجع حقيبة أساسيات التحكم في التبريد و تكييف الهواء لشرحها)

- تخصيص العناصر بنظيرتها بوحدة PLC.

جدول (1- 1) التالي يبين عناصر الدخل والإخراج لوحدة تكييف بسيطة بنظيرتها بوحدة PLC.

جدول (1- 1) عناصر الدخل والإخراج لوحدة تكييف بسيطة بنظيرتها بوحدة PLC.

اسم العنصر بالوحدة	نظير العنصر PLC	رمز العنصر بالوحدة	اسم العنصر بالوحدة	نظير العنصر PLC	رمز العنصر بالوحدة
ترموستات التبريد	I124.3	Tc	مفتاح السرعة الأولى للمروحة	I124.0	S1
فاصل الحمل العالي للضاغط	I124.4	OLc	مفتاح السرعة الثانية للمروحة	I124.1	S2
محرك الضاغط للتبريد	Q124.3	CM	السرعة الأولى للمروحة	Q124.0	FS1
ترموستات التدفئة	I124.5	Th	السرعة الثانية للمروحة	Q124.1	FS2
فاصل الحمل العالي للسخان	I124.6	OLh	إخراج داخلي PLC	M124.0	- -
سخان كهربي التدفئة	Q124.4	EH	مفتاح الريش	I124.2	FV
			محرك الريش	Q124.2	VM

شكل (1- 5) يبين برنامج وحدة تكييف هواء بسيطة بالسلم

```
OB1: CYCL_EXC       WINDOW AIR CONDITIONING
Comment:

Network 1 : FAN SPEED 1
Comment:

      I124.0      I124.1                      Q124.0
|-----| |---------|/|-------------------------( )----|

Network 2 : FAN SPEED 2
Comment:

      I124.0      I124.1                      Q124.1
|-----|/|---------| |-------------------------( )----|

Network 3 : FAN SPEEDS CONNECTION
Comment:

      Q124.0                                  M124.0
|-----| |------+------------------------------( )----|
      Q124.1   |
|-----| |------+

Network 4 : VANES
Comment:

      M124.0      I124.2                      Q124.2
|-----| |---------| |-------------------------( )----|

Network 5 : COOLING
Comment:

      M124.0      I124.3      I124.4          Q124.3
|-----| |---------| |---------| |-------------( )----|

Network 6 : HEAING (ELECTRIC HEATER)
Comment:

      M124.0      I124.5      I124.6          Q124.4
|-----| |---------| |---------| |-------------( )----|
```

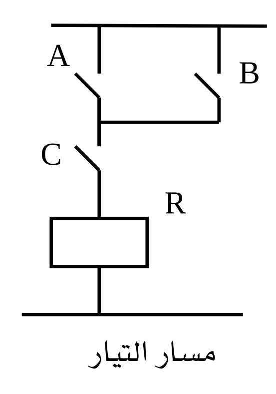
شكل (1- 5) برنامج وحدة تكييف هواء بسيطة بالسلم

شرح أداء البرنامج

1. يستخدم مفتاح I124.0 مع نقطة تماس مغلقة من السرعة الثانية I124.1 لعدم تداخل السرعتين لتشغيل وإيقاف السرعة الأولى Q124.0.
2. يستخدم مفتاح I124.1 مع نقطة تماس مغلقة من السرعةالأولى I124.0 لعدم تداخل السرعتين لتشغيل وإيقاف السرعة الثانية Q124.1.
3. يعمل إخراجا السرعتين Q124.0, Q124.1 على التوازي لتكوين إخراج داخلي بالجهاز M124.0 لاستخدام أيا من السرعتين لاستكمال التحكم في العناصر المترتبة علي سرعة المروحة .
4. استخدام الإخراج الداخلي لسرعة المروحة M124.0 مع مفتاح تشغيل أو إيقاف I124.2 للتحكم في ريش التوجيه Q124.2 .
5. استخدام الإخراج الداخلي لسرعة المروحة M124.0 مع ترموستات التبريد I124.3 وفاصل الحمل العالي لمحرك الضاغط I124.4 للتحكم في تشغيل محرك الضاغط Q124.3 للتبريد.
6. استخدام الإخراج الداخلي لسرعة المروحة M124.0 مع ترموستات التدفئة I124.5 وفاصل الحمل العالي للسخان الكهربي I124.6 للتحكم في تشغيل السخان Q124.4 للتدفئة.

تمارين

1. ما طرق برمجة PLC .
2. كون جدول الحقيقة لثلاث مداخل وإخراج.
3. لبوابة AND ذات المداخل الثلاث : ارسم السلم و اكتب السرد وارسم الرمز.
4. للدائرة التالية : أضف الدخلD على التوالي مع C ثم ارسم السلم واكتب البرنامج بالسرد وتحقق من صحة البرنامج.



مسار التيار

5. لوحدة تكييف الهواء البسيطة أضف سرعة ثالثة للمروحة ثم ارسم السلم واشرحه.
6. لوحدة تكييف الهواء البسيطة عندما تكون التدفئة بعكس الدورة . اكتب البرنامج بالسلم واشرحه.

الوحدة الثانية

نظم التحكم في وحدات التبريد والتجميد

الهدف العام:

يتتبع المتدرب ويرسم مخططات دوائر القدرة والتحكم لوحدات التبريدوالتجميد التجارية ويشرح أداءها لتنفيذ متطلبات التحكم.

الأهداف التفصيلية:

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

- التعرف على طرق التحكم لإيقاف وتشغيل الضاغط بوحدات التبريد التجارية.
- تتبع مخططات دوائر القدرة والتحكم لوحدات التبريد التجارية ،ويشرح أداءها لتنفيذ متطلبات التحكم.
- رسم مخططات دوائر القدرة والتحكم لوحدات التبريد التجارية ،ويشرح أداءها لتنفيذ متطلبات التحكم.
- تحديد مميزات وعيوب أنظمة التحكم المستخدمة في وحدات التبريد التجارية.

الوقت المتوقع للتدريب:

6 ساعة

الوحدة الثانية

نظم التحكم في وحدات التبريد والتجميد التجارية

Commercial refrigeration and freezing units control systems

هذه الوحدة تستكمل دوائر التحكم والقدرة التي بدء بها في حقيبة أساسيات التحكم في التبريد و تكييف الهواء. تتاول طرق التحكم في تشغيل وإيقاف محرك الضاغط، ودوائر التحكم والقدرة لوحدات التبريد والتجميد التجارية ،وكذلك طرق توصيل المحرك ثلاثي الأوجه.

أولا : طرق التحكم في تشغيل وإيقاف محرك الضاغط Compressor motor ON-OFF methods

من الطرق المستخدمة لتشغيل وإيقاف الضاغط: طريقة الترموستات الرئيس وطريقة الضخ التحتي وتعديلها بطريقة الضخ الفوقي ،ويعتمد استخدام كل طريقة على ظروف التشغيل.

1. طريقة الترموستات الرئيس Master thermostat method

يتم فيها تشغيل أو إيقاف محرك الضاغط بتأثير الترموستات مباشرة كما في الثلاجة المنزلية والمكيف الشباكي كما سبق تناوله في حقيبة أساسيات التحكم في أنظمة التبريد وتكييف الهواء ويمكن استخدامها أيضا في دوائر التحكم والقدرة لوحدات التبريد والتجميد التجارية والصناعية ومبردات المياه Chillers كما سيرد فيما بعد.

2. طريقة الضخ التحتي Pumping down method

يتم فيها تشغيل أو إيقاف محرك الضاغط ،بتأثير فاصل الضغط المنخفض والذي يعمل من خلال صمام خط السائل والترموستات، ويتم ذلك عندما يطلب الترموستات إيقاف الضاغط وبالتالي سيفصل إشارة التحكم عن سلنويد خط السائل فيغلق ويظل الضاغط يعمل فيقل ضغط السحب إلى أن يصل نقطة ضبط فاصل الضغط المنخفض فيتوقف الضاغط، و تستخدم هذه الطريقة لتفريغ المبخر من وسيط التبريد قبل الإيقاف لعدم تحميل الضاغط عند بدء التقويم خاصة بعد إذابة الصقيع.

3. طريقة الضخ الفوقي Pumping out method

هي تعديل لطريقة الضخ التحتي لتفادي تشغيل وإيقاف الضاغط على فترات قصيرة إذا حدث تسريب من صمام خط السائل ، .يتم فيها تشغيل أو إيقاف محرك الضاغط بتأثير فاصل الضغط المنخفض والذي يعمل من خلال صمام خط السائل والترموستات مع مرحل إضافي .

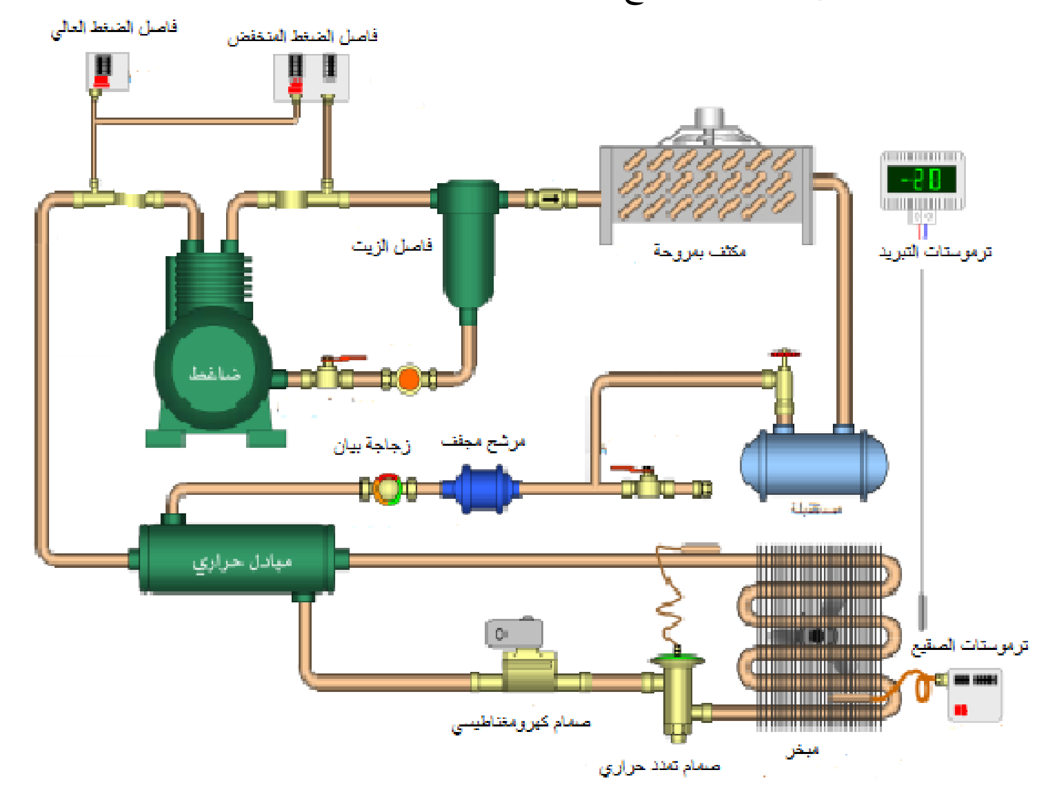
ثانيا : دوائر التحكم والقدرة الكهربية لوحدات التبريد والتجميد التجارية

Control and power electric circuits for commercial refrigeration and freezing units

كتطبيق على دوائر التحكم والقدرة (والتي تم دراستها بحقيبة اساسيات التحكم في التبريد و تكييف الهواء) ونظم إذابة الصقيع سيتم تناول بعض نظم التحكم التي تشمل العمليتين معا ومنها : تشغيل ترموستات أساس وإذابة الصقيع بالسخان الكهربائي – الضخ التحتي – الضخ الفوقي –إذابة الصقيع بالغاز الساخن .

1. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية (تشغيل ترموستات أساس Master thermostat وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي Electric heater defrosting

شكل (2- 1- أ) يبين نموذجا لوحدة التبريد والتجميد بعناصر ها المختلفة والتي يجب التحكم فيها للحصول على أفضل اداء مع حمايتها.



شكل (2- 1- أ) نموذج وحدة التبريد والتجميد بعناصر ها المختلفة

ويمثل شكل (2 - 1- ب) نظام التحكم والقدرة لوحدة تبريد تجارية (تشغيل ترموستات أساسي وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي) ومنه يمكن التعرف كل دائرة من مكونات نظام التحكم والقدرة ووظيفتها و تتابعها كما يلي (راجع قواعد تتبع الدوائر الكهربائية بحقيبة أساسيات التحكم في التبريد و تكييف الهواء):

- دائرة القدرة ثلاثية الأطوار L1,L2,L3 بفرق الجهد والأطوار والتردد (220- 3- 60) لتشغيل محركي الضاغط ومروحة التكثيف M1, M2 عن طريق المنصهرات (الفيوزات) FU1 ونقاط التلامس K1M مع فاصل الحمل العالي OLS .
- دائرة التحكم أحادية الطور L2,L3 (220- 1- 60) خلال الفيوزات FU2.
- دائرة المؤقت K1T: لتحديد وقت التبريد أولا ثم وقت إذابة الصقيع ثم إعادة التبريد.
- دائرة المسك الذاتي Self holding : فيها يتم الضغط لحظيا على مفتاح التشغيل ON فيمر التيار من FU الأول خلال ON إلى مفتاح الإيقاف OFF (مغلق) ثم مرحل المسك الذاتي K1A ثم FU الثاني . عندها سيستحث energizes المرحل ويغير نقاط تماسه فتغلق نقطته

الموازية للمفتاح ON ليمر التيار منها للمسك الذاتي للمرحل بدلا من ON الذي سيفصل بعد تحريره . أيضا تغلق النقطتان KA1 بدائرة التحكم.

- .دائرة مرحل الحماية من ارتفاع درجة حرارة ملفات محرك الضاغط IMP : فيها يمر التيار من FU2 إلى نقطة K1A الأولى إلى الملف IMP ثم إلى نقطة K1A الثانية فيستحث الملف ويعمل على توصيل نقاط تلامسه الداخلية لتوصيل التيار إلى وسائل الحماية بدائرة مرحل التبريد K1M أو لمبة بيان H1 عند سخونة الملفات.
- دائرة مرحل التبريد K1M: فيها يمر التيار من IMP إلى وسائل الحماية : فاصل زيادة التيار OL وفاصل الضغط العالي<P ، وفاصل الضغط المنخفض <P ثم ترموستات التشغيل T (يغلق بارتفاع درجة حرارة الحيز) ،ثم نقطة تلامس مرحل إذابة الصقيع K2M المغلقة الآن ثم المرحل K1M ثم نقطة K1A. وعليه يستحث المرحل K1M وتغلق نقاط تلامسه الثلاث بدائرة القدرة فيدور محرك الضاغط M1 ومحرك مروحة المكثف M2 ، في نفس الوقت ستغلق نقطتا التلامس K1M بدائرة سلنويد خط السائل LLS لفتحه ليمر وسيط التبريد إلى المبخر وكذلك تضئ لمبة بيان تشغيل الضاغط H2 وتبدأ عملية التبريد.

(سيكون نظام إذابة الصقيع متوقفا لفتح نقاط التماس المؤدية إليه).

- عندما تنخفض درجة الحرارة إلى الحد المطلوب، سيفصل T التيار عن المرحل K1M مباشرة فتتوقف وحدة التكثيف ويغلق سلنويد خط السائل وتطفأ اللمبة H2.
- عندما ترتفع درجة الحرارة مرة اخرى سيوصل T التيار إلى المرحل K1M فتعمل وحدة التكثيف، ويفتح سلنويد خط السائل وتضاء اللمبة H2 وهكذا.
- بانتهاء فترة التبريد سيحول مرحل المؤقت K1T من التبريد لإذابة الصقيع

Legend			تفسير الرموز
أطوار المصدر الكهربي	L1,L2,L3	سخان إذابة الصقيع الكهربي	DEH
سلنويد خط السائل	LLS	ترموستات الصقيع بالمبخر	EDT
محرك	M1,2	منصهر	FU1,2
فاصل التيار العالي	OL	لمبة بيان	H1,2,3
فاصل الضغط العالي	P>	حماية ملفات المحرك من التسخين	IMP
فاصل الضغط المنخفض	P<	مرحل المسك الذاتي	K1A
الأرضي	PE	المؤقت للتبريد وإذابة الصقيع	K1T
ثرموستات التبريد	T	مرحل التبريد	K1M
		مرحل إذابة الصقيع	K2M

شكل (2- 1- ب) تشغيل وإيقاف محرك الضاغط بالترموستات الأساس وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي

- دائرة مرحل إذابة الصقيع K2M: فيها يمر التيار إليه من نقطة مرحل إذابة الصقيع K2M لتوصيله فيستحث ، و يعمل بدوره على فصل وحدة التكثيف ،وغلق السلنويد وتشغيل سخان إذابة الصقيع . فعند توصيل نقطة K1T يمر التيار من P< إليها ثم ترموستات الصقيع DT (المغلق الآن لانخفاض درجة حرارة سطح المبخر)، ثم المرحل K2M ثم نقطة K1A. وعليه سيستحث المرحل K2M فيعمل على تغيير نقاط تلامسه كما يلي:
  - تفتح نقطة K2M بدائرة المرحل K1M لفصله وإيقاف وحدة التكثيف وغلق السلنويد.
  - وتغلق النقطة K2M بدائرة لمبة بيان تشغيل إذابة الصقيع H3 لإضاءتها.
  - وتغلق النقطتان K2M بدائرة السخان DEH لتشغيله.

- عندما تنتهي فترة إذابة الصقيع سيعمل K1T على فصل نقطته، فتفصل مرحل إذابة الصقيع وإعادة التبريد كما سبق في حالة التبريد.
- إذا أذيب الصقيع قبل الوقت المحدد بالمؤقت سيسخن المبخر، ويعمل ترموستات الصقيع EDTعلى فصل مرحل إذابة الصقيع K2M لفصل السخان ،وإعادة تشغيل التبريد.

تمرين (1)

لنظام التحكم السابق أضف مروحة للمبخر بحيث:

1. تعمل وتتوقف مع محرك الضاغط.
2. تعمل مع التبريد وتتوقف عند إذابة الصقيع.
3. تعمل مع التبريد وتتوقف عند إذابة الصقيع وتتأخر لمدة 3 دقائق بعد إذابة الصقيع حتى لا تنقل حرارة إذابة الصقيع إلى المنتج وأيضا حتى لا تتناثر المياه الناتجة عن إذابة الصقيع على المنتج.

توجيهات للحل:

1. استخدم نقطة تلامس مفتوحة من مرحل وحدة التكثيف إلى محرك المروحة.
2. استخدم نقطة تلامس مغلقة من مرحل وحدة التكثيف إلى محرك المروحة.
3. استخدم نقطة تلامس مغلقة من مرحل إذابة الصقيع لمرحل المؤخر الزمني ،ثم نقطة مفتوحة منه مع نقطة مغلقة من مرحل إذابة الصقيع إلى محرك المروحة.

2. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية تشغيل ضخ تحتي Pumping down (وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي)

نظرا لزيادة ضغط المبخر أكثر من اللازم بعد إذابة الصقيع ،وما يترتب عليه من تحميل محرك الضاغط عند بدء التشغيل ، في هذه الحالة يمكن تفريغ المبخر من وسيط التبريد قبل البدء بإذابة الصقيع، ويتم ذلك بتعديل الدائرة السابقة بإضافة نقطة تماس مغلقة للمؤقت مع الترموستات على التوالي ، ليؤثرا معا بالفتح أو الغلق لسلونويد خط السائل ،و يعمل فاصل الضغط المنخفض على التحكم في تشغيل أو إيقاف مرحل محرك الضاغط كما بشكل (2- 2) ويسمى هذا النظام بالضخ التحتي.

أ -حالة بدء التشغيل

- بعد توصيل دائرة المسك الذاتي كما سبق تعمل نقطة المؤقت K1T و الترموستات T على توصيل التيار الكهربي لسلونويد خط السائل LLS فيفتح ويمر وسيط التبريد إلى فاصل الضغط المنخفض P< ،ويزيد الضغط حتى نقطة ضبط التوصيل cut in للفاصل فيغلقه فيمر التيار إلى مرحل التبريد K1M لتشغيل محرك الضاغط ومروحة المكثف لتبدأ عملية التبريد ،وستفتح نقطته K1M بدائرة مرحل إذابة الصقيع K2M.
- عند وصول درجة الحرارة للدرجة المطلوبة، سيعمل الترموستات T على فصل التيار عن LLS ،فيغلق ويمنع مرور وسيط التبريد للمبخر ،ويظل الضاغط يعمل إلى أن يقل الضغط بخط السحب ،حتى نقطة ضبط الفصل cut out لفاصل الضغط المنخفض P< ،فيفصل التيار عن مرحل التبريد فتتوقف وحدة التكثيف بعد تفريغ المبخر من وسيط التبريد تقريبا.

ب -حالة إذابة الصقيع

يعمل المؤقت K1T على فصل التيار عن سلنويد خط السائل ،كما سبق في حالة فصل الترموستات وسيوصل نقطته بدائرة مرحل إذابة الصقيع K2M ،ولكن لن يستحث K2M لإتمام عملية إذابة الصقيع إلا بعد أن توصل نقطة K1M نتيجة فصل التيار عن المرحل K1M وضمان تفريغ المبخر قبل إذابة الصقيع.

Legend			تفسير الرموز
DEH	سخان إذابة الصقيع الكهربي	K2M	مرحل إذابة الصقيع
EDT	ترموستات الصقيع بالمبخر	L1,L2,L3	أطوار المصدر الكهربي
FU	منصهر	LLS	سلنويد خط السائل
H	لمبة بيان	M	محرك
IMP	حماية ملفات المحرك من التسخين	OL	فاصل التيار العالي
K1A	مرحل المسك الذاتي	P>	فاصل الضغط العالي
K1T	المؤقت للتبريد وإذابة الصقيع	P<	فاصل الضغط المنخفض
K1M	مرحل التبريد	PE	الأرضي

شكل (2- 2) تشغيل وإيقاف محرك الضاغط بنظام الضخ التحتي pumping down
مع إذابة الصقيع بالسخان الكهربي

3. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية تشغيل ضخ فوقي Pumpung out (وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي)

هذا النظام تعديل للضخ التحتي لتلاشي تكرار تشغيل الضاغط في فترات قصيرة، عند تسريب صمام خط السائل لوسيط التبريد أثناء توقف الضاغط ،قد تتلف الضاغط ومحركه. يمكن تلاشي ذلك بتعديل دائرة الضخ التحتي Pumpung down السابقة بتوصيل مرحل إضافي على التوازي مع سلونيد خط السائل وتعمل نقطة مفتوحة منه مع أخرى موازية له ،من مرحل الضاغط على تشغيل أو فصل الضاغط تبعا لتوصيل الترموستات فقط ،دون التشغيل حالة التسرب كما بشكل (2- 3) وكما يلي:

- في حالة توقف الوحدة و التسرب لوسيط التبريد من السلونيد سيزيد الضغط بخط السحب ويوصل فاصل الضغط المنخفض P< فيمر التيار منه ،وستوقف عند النقطتين K1M, K3M المفصولتان ولن يستحث مرحل الضاغط K1M .
- في حالة توصيل الترموستات سيمر التيار منه إلى المرحل K3M فيستحث وتغلق نقطة K3M بدائرة مرحل الضاغط وكذلك يفتح السلونيد وبما أن فاصل الضغط المنخفض P< وكان موصلا نتيجة التسرب فسيمر التيار من الفاصل إلى نقطة K3M. الموصلة الآن ثم نقطة K2M ثم المرحل K1M فيستحث وتغلق نقطته بدائرته الموازية لنقطة K3M وكذلك نقاطه الثلاث بدائرة القدرة فيعمل محرك الضاغط .
- في حالة فصل الترموستات سيمنع مرور التيار إلى السلونيد فيغلق ولا يستحث K3M فتفصل نقطته بدائرة مرحل التبريد K1M ولكن الضاغط سيظل يعمل بتأثير نقطة التلامس K1M إلى أن يفصل فاصل الضغط المنخفض فيفصل K1M وتفصل نقطته بدائرته ليعود الوضع للبداية.

Legend			تفسير الرموز
DEH	سخان إذابة الصقيع الكهربي	K2M	مرحل إذابة الصقيع
EDT	ترموستات الصقيع بالمبخر	K3M	مرحل الضخ التحتي
FU	منصهر	LLS	سلنويد خط السائل
H	لمبة بيان	M	محرك
IMP	حماية ملفات المحرك من التسخين	OL	فاصل التيار العالي
K1A	مرحل المسك الذاتي	P>	فاصل الضغط العالي
K1T	المؤقت للتبريد وإذابة الصقيع	P<	فاصل الضغط المنخفض
K1M	مرحل التبريد	T	ترموستات التبريد

شكل (2- 3) تشغيل وإيقاف محرك الضاغط بنظام الضخ الفوقي Pump out

مع إذابة الصقيع بالسخان الكهربي

4. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية وإذابة الصقيع بالغاز الساخن Hot gas defrosting (تشغيل ترموستات أساسي)

شكل (2- 4) يمثل وحدة تبريد تجارية (تشغيل ترموستات أساسي وإذابة الصقيع بالغاز الساخن) وهناك تشابه بينه وبين شكل (2- 1) مع بعض الاختلافات ومنها مايلي:

- دائرة التحكم تعمل بفرق جهد 110 V (L3, N) ودائرة القدرة 220 V.
- إضافة صمام للغاز الساخن HGS ومروحة المبخر M3 مع مؤخر زمني لها K2T .
- إضافة نقطة تلامس من مرحل إذابة الصقيع على التوازي مع الترموستات لضمان تشغيل الضاغط أثناء إذابة الصقيع للحصول على الغاز الساخن للعملية.

أ -حالة التبريد

بعد توصيل المسك الذاتي ووسائل الحماية سيوصل الترموستات T التيار إلى مرحل الضاغط K1M فيستحث وتغلق نقاط تلامسه بدائرة القدرة لتشغيل محركي وحدة التكثيف CM, CFM بالإضافة إلى توصيل نقطة تلامسه لفتح صمام خط السائل LLS مع إضاءة لمبة بيان تشغيل الضاغط H1. كذلك سيمر التيار خلال نقطة التلامس K2Mالمغلقة إلى مرحل مؤخر مروحة المبخر . وبعد وقت التأخير المحدد ، سيوصل التيار إلى محرك مروحة المبخر EF خلال نقطة K2M المغلقة.

ب -حالة إذابة الصقيع

- سيعمل المؤقت K1T على توصيل نقطة تلامسه ليمر التيار خلال ترموستات الصقيع EDT إلى مرحل إذابة الصقيع K2M فيستحث.
- تغلق نقطة تلامسه لتوصيل التيار إلى صمام الغاز الساخن لفتحه فيمر الغاز الساخن إلى المبخر مباشرة لإذابة الصقيع وتضئ لمبة بيانه H2
- ستفصل نقطة تلامسه لفصل التيار عن مؤخر مروحة المبخر لإيقافها.
- ستوصل نقطة تلامسه الموازية للترموستات لضمان تشغيل الضاغط أثناء إذابة الصقيع.
- بانتهاء إذابة الصقيع سيعمل K1T على فصل نقطته بدائرة مرحل إذابة الصقيع K2M ليفصل نقطته لغلق صمام الغاز الساخن ،ليعود الغاز للمرور إلى المكثف لإعادة التبريد.
- ستوصل نقطته الثانية لتوصيل مرحل مؤخر مروحة المبخرK2T ، لتشغيل محركها EF بعد التأخير المطلوب بعد أن يبرد المبخر.
- ستفصل نقطته الثالثة الموازية للترموستات T ليتولى الترموستات التحكم حسب درجة الحرارة.

L1 L2 L3 N PE
FU K1A
K1M OLS
ON K1A OFF
OL P > P <
K1M T K2M
K1T EDT
K2M HGS K2T
K2M K2T K2M
K1T K1A K1M LLS K2M HGS K2T EF
H1 H3
M 3 M 3
CM CFM

Legend			تفسير الرموز
CFM	محرك مروحة المكثف	K1T	المؤقت للتبريد وإذابة الصقيع
CM	محرك الضاغط	K2T	مؤخر مروحة المبخر
DEH	سخان إذابة الصقيع الكهربي	L1,L2,L3	أطوار المصدر الكهربي
EDT	ترموستات الصقيع بالمبخر	LLS	سلنويد خط السائل
EF	مروحة المبخر	M	محرك
FU	منصهر	OL	فاصل التيار العالي
H	لمبة بيان	P>	فاصل الضغط العالي
HGS	سلنويد الغاز الساخن	P<	فاصل الضغط المنخفض
IMP	حماية ملفات المحرك من التسخين	PE	أرضي
K1A	مرحل المسك الذاتي	T	ترموستات التبريد

شكل (2- 4) إذابة الصقيع بالغاز الساخن في نظام تشغيل ترموستات رئيس



تمرين (2)

أثناء إذابة الصقيع ستقل الطاقة الحرارية الداخلة للمبخر، وسينخفض ضغط السحب كثيرا وقد تعود قطرات سائل للضاغط، ولذلك يلزم إضافة مصدر حراري للمساعدة على استمرار عملية الإذابة. مع الرسم اشرح كيف يتم ذلك.

توجيهات للحل

- استخدم فاصلاً لقطرات السائل accumulator الموجود بخط السحب، واستخدم سخانا كهربيا له يعمل أثناء إذابة الصقيع.
- أو استخدم خزانا حراريا يسخن مائعا أثناء التبريد وتستخدم تلك الحرارة بعد ذلك كمصدر حراري مساعد.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ثالثا : طرق توصيل المحرك ثلاثي الأوجه 3-phase motor connection methods

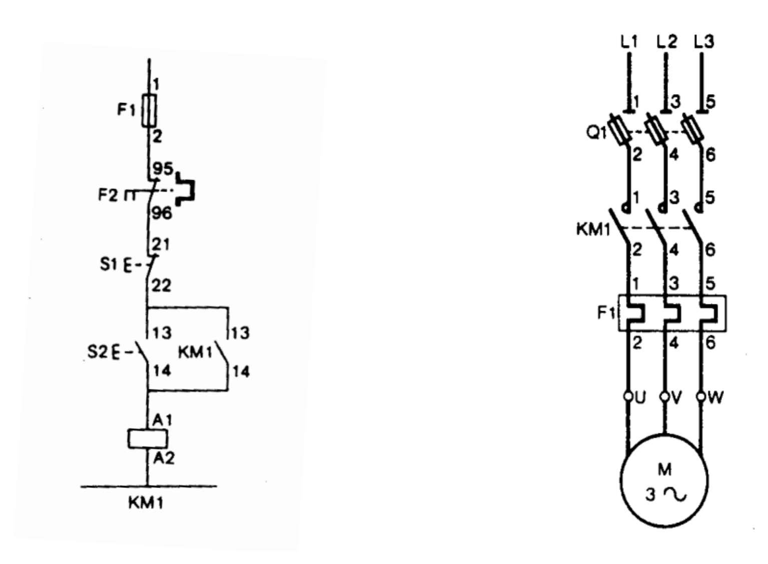
نظرا لزيادة سعة الضواغط المستخدمة في كثير من وحدات التبريد والتجميد ووحدات تكييف الهواء ،تستخدم محركات ذات قدرات عالية. ولذلك تعمل هذه المحركات بثلاثة أوجه (3ϕ)ونظرا لسحبها تيارا عاليا عند بدء التقويم ،والذي يزيد إلى حوالي خمسة أضعاف تيار التشغيل ($I_S = 3\text{-}5\ I_R$) ؛ مما يسبب انخفاضا في فرق الجهد كثيرا ، وبالتالي التأثير على الوحدات الأخرى وعليه يمكن استخدام إحدى طرق التوصيل التالية

1 توصيل مباشر Across the line connection
2 توصيل ملفات جزئية Part winding connection
3 توصيل نجمة – دلتا Star- Delta connection
4 توصيل مقاومات أولية Primary resistor
5 توصيل محول أوتوماتيكي Auto transformer

التوصيلة الأولى تسحب تيارا عاليا عند بدء التقويم ،أما التوصيلات الأربع الأخيرة فتعمل على خفض تيار التقويم بنسب متفاوتة للتقليل من انخفاض فرق الجهد ، إلا أن عزم التقويم يقل في تلك الحالات؛ مما يستلزم خفض الحمل على المحرك عند بدء التقويم. وفيما يلي تفصيل للطرق الثلاث الأولى نظرا لكثرة استخدامها في وحدات التبريد وتكييف الهواء.

1. توصيل مباشر Across the line connection

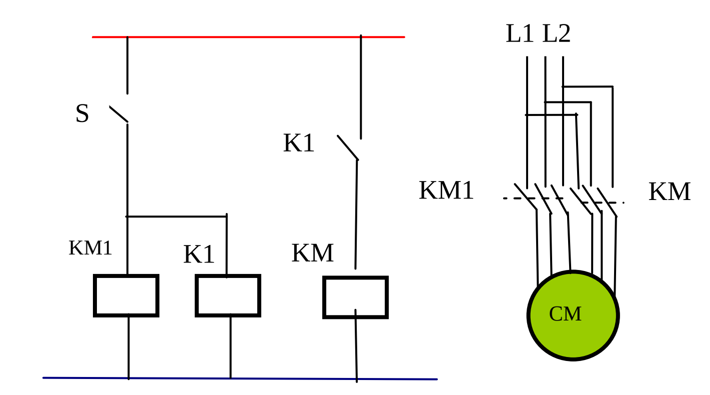
هذه الطريقة تستخدم للمحركات ذات القدرات الصغيرة ،والتي تشتمل على ملف واحد ذي ثلاثة أطراف كما بشكل (2- 5) والتي تمثل عناصر الحماية ،والمسك الذاتي ليستحث مرحل التوصيل المباشر KM1(كما سبق تناوله ببداية الوحدة). يعمل ملف المرحل بدائرة التحكم على توصيل نقاط تماسه بدائرة القدرة ،فيمر التيار من المصدر إلى المحرك مباشرة. وعليه فتيار التقويم 100٪ مما يؤثر سلبا على فرق الجهد وعزم التقويم 100٪.



شكل (2- 5) دائرة القدرة والتحكم للتوصيل المباشر

2. توصيل ملفات جزئية Part winding connection

هذه الطريقة شكل (2- 6) تستخدم للمحركات ذات القدرات المتوسطة ،وفيها يستخدم ملفان جزئيان، الأول لبدء التقويم، والثاني لاستكمال التقويم، ثم يستمران في العمل سويا أثناء التشغيل. عندما يوصل S (التشغيل والحماية) يوصل المؤخر K1T لتوقيت التأخير كجزء من الثانية ويستحث المرحل الأول KM1 بدائرة التحكم فيعمل على توصيل نقاط تماسه بدائرة القدرة فيمر التيار من المصدر إلى المحرك CM خلال أطراف الملفات الجزئية الأولى لإدارة المحرك دورات قليلة. بعد التأخير يستحث المرحل الثاني KM2 والذي بدوره يعمل على توصيل الملفات الجزئية الثانية لاستكمال تقويم وتشغيل دوران المحرك بالسرعة المصمم عليها. ولذلك فتيار التقويم يمثل 66٪ مما يقلل انخفاض فرق الجهد عند التقويم وكذلك يقل العزم للتقويم 66٪ وعليه يجب أن يقل تحميل المحرك أثناء التقويم .

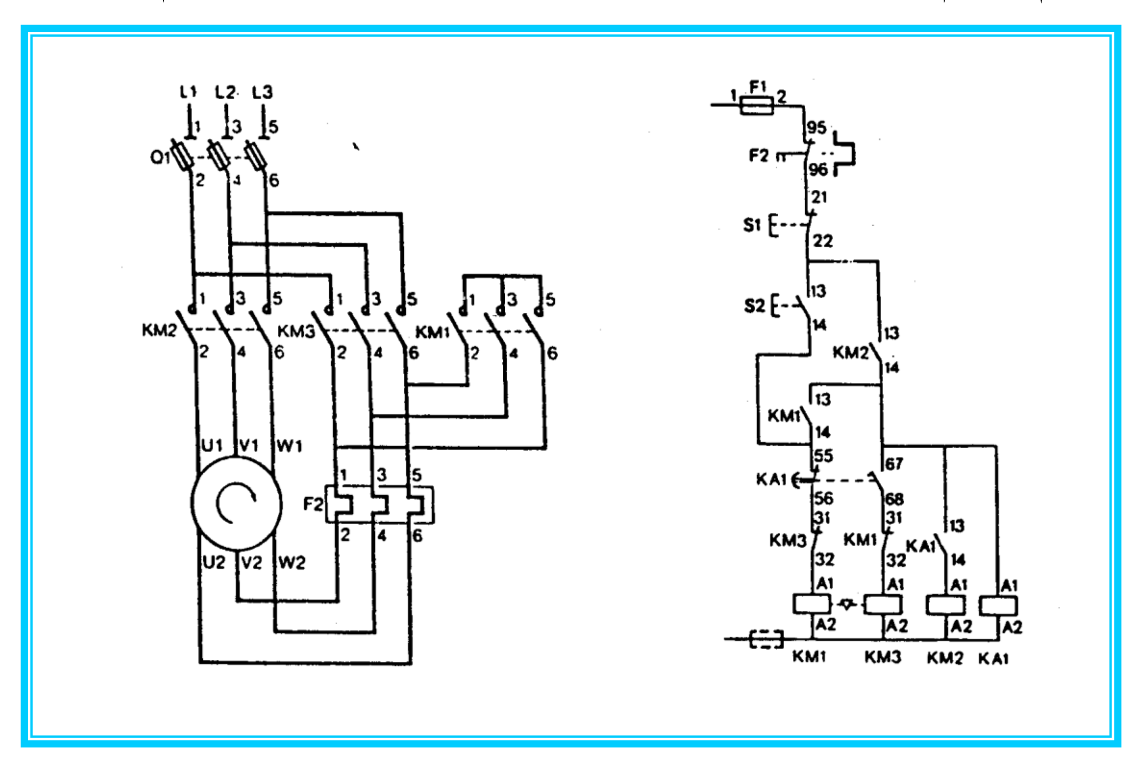


شكل (2- 6) دائرة القدرة والتحكم لتوصيل الملفات الجزئية

3. توصيل نجمة – دلتا Star- Delta connection (Y-Δ)

هذه الطريقة تستخدم للمحركات ذات القدرات العالية كما بشكل (2- 7) وفيها تكون الستة أطراف للملفات خارج المحرك لإمكانية توصيلها نجمة أولا للتقويم ، ثم توصيلها دلتا للتشغيل. تبدأ دائرة التحكم بتوصيل S2 فيمر التيار من المصدر خلال KM3- K1A- S2- S1 - F2- F1 فيستحث المرحل KM1 فتفصل نقطته الأولى بدائرة KM3،لضمان فصله في هذه المرحلة وتوصل نقطته بدائرته لتوصيل التيار إلى المرحل والمؤقت K1A لتوقيت الفرق بين التوصيلتين ،فيوصل نقطته بدائرة المرحل KM2 لبدء التقويم بتوصيله نجمة (لاحظ أنه لتوصيل نجمة KM1 + KM2 مستحثان وKM3 غير مستحث) .

بعد أن تصل سرعة المحرك لسرعة التصميم، يعمل المؤقت K1Aعلى فصل المرحل K1M وتوصيل KM3 مع الاحتفاظ بـ KM2 للتحويل إلى دلتا (لاحظ أنه لتوصيل دلتا KM3 +KM2 مستحثان و KM1 غير مستحث) . وعليه فتيار التقويم يمثل 33٪مما يقلل انخفاض فرق الجهد عند التقويم ،وكذلك العزم للتقويم 33٪ ولذلك يجب أن يقل كثيرا تحميل المحرك أثناء التقويم.



شكل (2- 7) دائرة القدرة والتحكم للتوصيل نجمة - دلتا

تمارين

1. ما طرق التحكم في تشغيل محرك الضاغط؟ وما خصائص كل نوع؟.
2. لماذا يجب إعادة تبخير الجزء المتكثف من وسيط التبريد عند إذابة الصقيع بالغاز الساخن؟ وما الطرق المستخدمة لذلك؟.
3. مع الرسم اشرح دائرة المسك الذاتي.
4. قارن مع الرسم بين الضخ التحتي والضخ الفوقي.
5. مع الرسم اشرح دائرة التحكم والقدرة لطريقة تقويم المحرك توصيل ملفات جزئية.
6. مع الرسم اشرح دائرة التحكم والقدرة لطريقة تقويم المحرك نجمة – دلتا.

الوحدة الثالثة

نظم التحكم في محطات تكييف الهواء المركزي



الهدف العام:

يتعرف المتدرب على التحكم في محطات التكيف المركزي وملحقاتها ،من مبردات المياه والغلايات وأبراج التبريد.

الهداف التفصيلية:

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

- التعرف على نظم التحكم في محطات التكيف المركزي، التي تحوي العديد من مبردات المياه وتعمل بأنظمة تحكم مختلفة.
- التعرف علي نظم التحكم في مبردات المياه للتكييف.
- التعرف علي نظم التحكم في الغلايات.
- التعرف علي نظم التحكم في أبراج التبريد.

الوقت المتوقع للتدريب

6 ساعات

الوحدة الثالثة

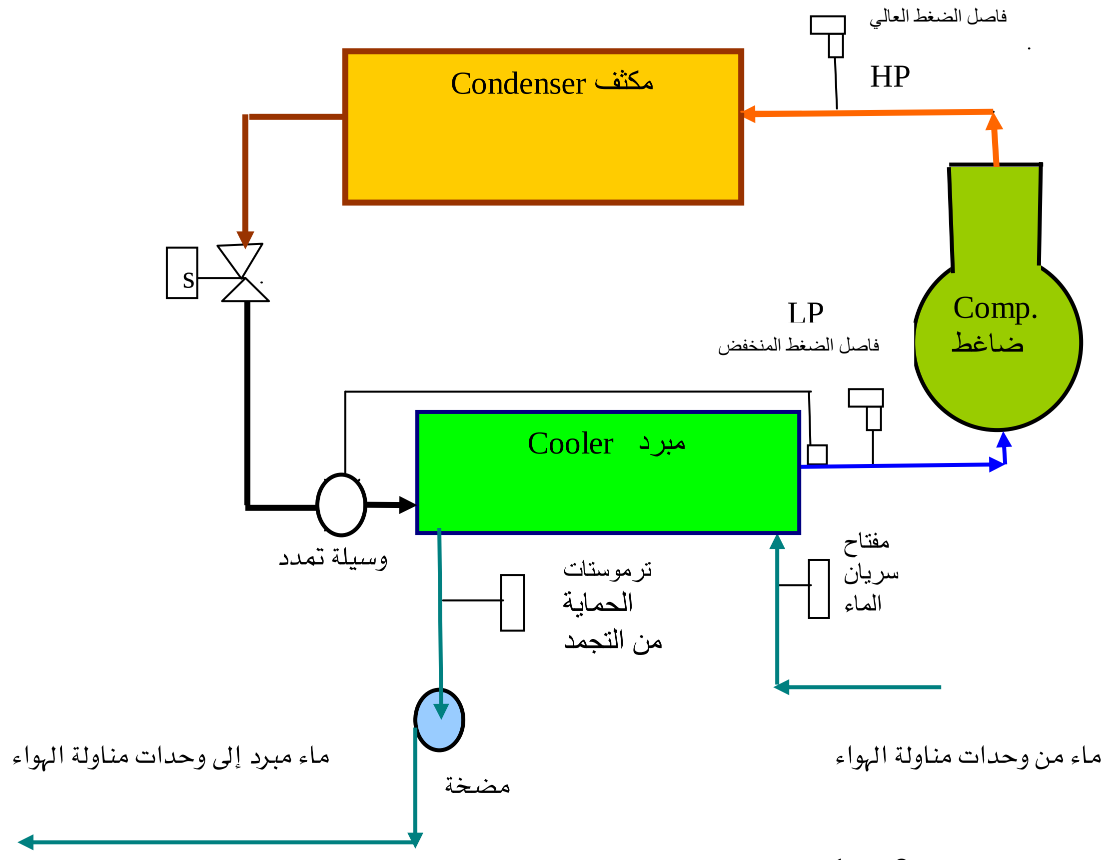
نظم التحكم في محطات تكييف الهواء المركزي

Central A/C plants control systems

تشمل نظم التحكم في محطات تكييف الهواء المركزي كل من مبردات المياه لتبريد الماء ليبرد الهواء ، الغلايات لتسخين الماء لتدفئةالهواء ، أبراج التبريد كوسائل مساعدة في تبريد ماء المكثفات المبرَدة بالماء.

أولا : نظم التحكم في مبردات المياه Water chiller control systems

تستخدم مبردات المياه water chillers لأغراض تكييف الهواء لتزويد وحدات مناولة الهواء AHUS للمباني الكبيرة والمتعددة الأماكن بالماء البارد للتكييف كما بشكل (2- 1). وفي هذا النظام تتمركز وحدات تبريد المياه في مكان ما بالمبنى حيث يعمل وسيط التبريد على تبريد الماء إلى حوالي 7 درجات مئوية ، ثم يدفع الماء بمضخات إلى ملفات التبريد بوحدة مناولة الهواء ليبرد الماء الهواء بالمكان المكيف ثم يعود إلى وحدات التبريد مرة أخرى في درجة حرارة حوالي 12 درجة مئوية. وشكل (3- 1) يوضح تخطيطيا لمبرد مياه للتكييف.



شكل (3- 1) تخطيطي (schematic) لمبرد مياه لتكييف الهواء المركزي

إن وحدات مبردات المياه لأغراض تكييف الهواء سعتها عالية، وتحتاج بعض متطلبات التحكم الخاصة بها إلى حماية المبرد من تجمد الماء، وذلك باستخدام حاكم درجة الحرارة يضبط للفصل عندما تقل درجة حرارة الماء المبرد الخارج عن حوالي 4 درجات مئوية، وكذلك مفتاح سريان الماء للتأكد من سريان الماء أثناء تشغيل الوحدة ،علاوة على وسائل الحماية كما بالوحدات الأخرى.



شكل (3- 2) نموذج لمبرد المياه لتكييف الهواء

أ - متطلبات التحكم في مبردات المياه لتكييف الهواء Chillers control requirements

تشمل متطلبات التحكم في مبردات المياه لتكييف الهواء معظم مايلي:

- تسخين زيت الضاغط أثناء توقف الضاغط بسخان خاص به oil heater ،حتى لا يختلط سائل وسيط التبريد به مسببا تكون فقاعات تؤدي إلى سوء التزييت.
- تبريد الماء حتى 5 درجات مئوية كحد أدنى - حتى لاتتجمد المياه - لخفض درجة الحرارة والرطوبة لقيمة مقبولة لتحقيق الراحة الحرارية للهواء المكيف.
- الحماية من تجمد الماء حتى لا يتسبب في تحطيم مواسير سريان الماء وذلك بضمان سريان الماء باستخدام مفتاح التأكد من سريان الماء water flow switch . ايضا فصل الوحدة إذا انخفضت درجة حرارة الماء الخارج من المبخر إلى 4 درجات مئوية باستخدام ترموستات الحماية من انخفاض درجة حرارة الماء للتجمد antifreeze thermostat.

- الحماية من ارتفاع أو انخفاض ضغط وسيط التبريد بالوحدة، للوقاية من تحميل الضاغط أو انخفاض السعة التبريدية ،باستخدام فاصل الضغط العالي high pressure cut out وفاصل الضغط المنخفض low pressure cut out.
- الحماية من انخفاض الضغط الفرقي للزيت، لضمان جودة التزييت باستخدام فاصل ضغط الزيت differential oil pressure cut out
- الحماية من ارتفاع درجة حرارة ملفات المحرك ،باستخدام ترموستات الوقاية من ارتفاع درجة حرارة الملفات للمحرك internal thermal protection خاصة للضواغط شبه المغلقة.
- الحماية من زيادة التيار المسحوب ،وذلك باستخدام فاصل التيار العالي over load.
- الحماية من التشغيل المتكرر، لحماية محرك الضاغط وذلك باستخدام مؤخر تشغيل الضاغط لفترة بعد التوقف timer.
- الحماية من ارتفاع درجة حرارة الطرد للضاغط ،وذلك باستخدام ترموستات بخط الطرد discharge thermostat.
- التحميل واللا تحميل لمواءمة تغير الحمل loading and unloading.
- تنظيم تتابع الضواغط المتعددة حالة وجودها.

ب -نظم التحكم لمبردات المياه للتكييف Chillers control systems

من المعروف أن مبرد المياه يعرف بنوع الضاغط الذي يعمل به (ترددي – لولبي – طارد مركزي - ....) وسيتم التعرض لبعض تلك الأنواع فيما يلي:

1. نظام تحكم مبسط (أساسي) لمبرد مياه يعمل بضاغط ترددى ،مع نظام لاتحميل متعدد

نظام التحكم الأساسي الموضح بشكل (3- 3) لمبرد المياه ينفذ بعضا من هذه المتطلبات. ويمكن ملاحظة دائرة الأمان safety circuit ودائرة بدء المحرك motor starting circuit ودائرة الترموستات ذو الأربع مراحل و فيما يلي شرح أداء التحكم لهذا النظام:

- بتوصيل المصدر الكهربي يعمل سخان صندوق المرفق crankcase heater (سخان الزيت oil heater) لفصل سائل وسيط التبريد عن الزيت ،لتحسين التزييت أثناء توقف الضاغط دائرة (1) وسيعمل محرك المؤقت من خلال نقطته دائرة (7) وسيعمل المحول T على توصيل الترموستات متعدد المراحل دائرة (13).

- قبل تشغيل المبرد يجب التاكد من تسخين الزيت و تشغيل مضخة الماء المبرد لتوصيل مفتاح السريان والربط بالموقع (المضخة و أو مروحة وحدة مناولة الهواء).
- يبدأ التشغيل بتوصيل المفتاح ON بدائرة (2).
- يوصل إعادة الوضع بالضغط عليه لحظيا بدائرة (3) فيمر التيار من L1 خلال مفتاح السريان flow switchوالربط بالموقع .field inter وفاصل درجة حرارة الماء المنخفضة low temp. cut off وفاصل الضغط المرتفع HP والحماية الداخلية للمفات محرك الضاغط .motor int. prot وفاصل ضغط الزيت الفرقي المنخفض opss وفاصل الحماية من التيار الزائد over load relay إلى مرحل التحكم C1 ثم L2 فيستحث ويغلق نقطته بدائرته (4) للمسك الذاتي ونقطته بدائرة بدء تشغيل المحرك بدائرة (7).
- بعد انتهاء المؤقت من تحديد وقت التأخير وتوصيل نقطته timer sw1 بالدائرة (7) ،وعند توصيل الترموستات لارتفاع درجة حرارة الماء المبرد T4 سيمر التيار لفتح السلنويد .L.L.sol ليمر مائع التبريد بالدورة بدائرة (6). أيضا يمر خلال فاصل الضغط المنخفض إلى مرحل محرك الضاغط M ومؤخر فاصل الزيت فيستحث المرحل Mويعمل محرك الضاغط ،ويوصل مرحل المؤقت ليفصل المؤقت.
- تبعا لانخفاض الحمل سيعمل ترموستات المراحل T1- T2- T3على اللاتحميل تباعا ، للمحافظة على تشغيل الضاغط للحمل الجزئي
- إذا انخفض الحمل للحد المطلوب سيفصل T4 التيار عن مرحل الضاغط لإيقافه ، ويغلق السلنويد ويعود محرك المؤقت لحساب الوقت.

Legend					تفسير الرموز
C1	مرحل التحكم	LOW TEMP. CUT -OFF	فاصل درجة الحرارة المنخفضة	RESET	إعادة التشغيل
CRANKCASE HEATER	سخان صندوق المرفق (الزيت)	L.P.	فاصل الضغط المنخفض	T1,2,3,4	مراحل الترموستات
FIELD INTERLOCK	للربط بالموقع	M-Aux	نقطة تلامس ثانوية	TEMPERATURE SENSOR	حساس درجة الحرارة
FLOW SWITCH	مفتاح السريان (للماء)	MOTOR CONTROL	تحكم المحرك (للضاغط)	TIMER MOTOR	محرك المؤقت
FUSE	منصهر	MOTOR INT. PROT.	حماية المحرك الداخلية	TIMER RELAY	مرحل المؤقت
H.P	فاصل الضغط العالي	ON -OFF	تشغيل – إيقاف	TIMER SW.1	مفتاح المؤقت 1
L1,2	الطور 1، 2	OPSS	فاصل حماية ضغط الزيت	TIMER SW.2	مفتاح المؤقت 2
L .L .SOL	سلنويد الخط السائل	OVERLOAD RELAY	فاصل الحمل الزائد	U1,2,3	لاتحميل

شكل (3- 3) نظام التحكم الأساسي لمبرد المياه

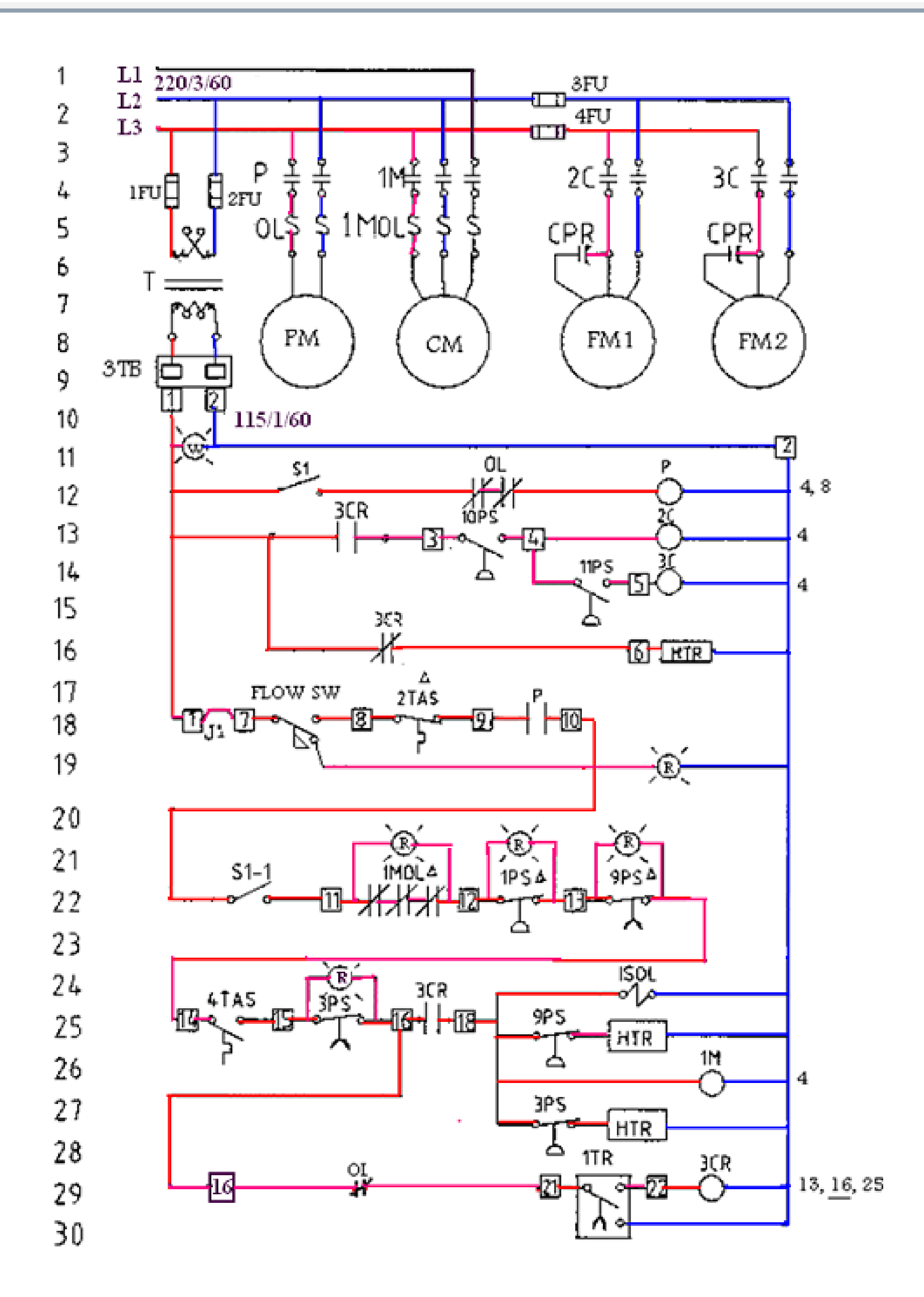
2. نموذج نظام تحكم لمبرد المياه يعمل بضاغط ترددى

Receprocating chiller control system control model

نظام التحكم الموضح بشكل (3- 4) لمبرد المياه ينفذ كثيرا من المتطلبات السابقة. يمكن ملاحظة أنه يحتوي على دائرة القدرة والتحكم، حيث تتكون دائرة القدرة من محرك P لمضخة الماء المبرد 1Φ ومحرك 1MTR للضاغط 3Φ ومحركي مروحتين 3MTR , 2MTR للمكثف 1Φ تعملان تباعا حسب ضغط المكثف وتتكون دائرة التحكم من مجموعة من عناصر التحكم كما بالرسم والتي تتضح من خطوات تشغيل الوحدة، تبعا لتتابع التحكم كما يلي:

1. يجب توصيل الوحدة بالمصدر الكهربي، قبل التشغيل بوقت كاف لتوصيل سخان الزيت HTR (دائرة رقم 16) و ستضيء لمبة بيان التوصيل للتحكم (دائرة رقم 11) كما ستضيء لمبة بيان فصل سريان الماء (دائرة رقم 19) ،كما يجب التأكد من مستوى الزيت من زجاجة البيان له.
2. التأكد من وجود ماء بالوحدة ،وعدم تواجد هواء به لانتظام دفع المضخة ،واستمرار توصيل مفتاح السريان.

	Legend				تفسير الرموز
2C	مرحل مروحة المكثف الأولى	1MOL	فاصل التيار العالى للضاغط	S1	مفتاح تشغيل المضخة
3C	مرحل مروحة المكثف الثاني	OL	فاصل التيار العالى للمضخة	S1-1	مفتاح تشغيل الوحدة
CM	محرك الضاغط	P	مرحل المضخة	1SOL	صمام مغناطيسي لخط السائل
CPR	مكثف تشغيل	PM	محرك المضخة	T	محول كهربي
3CR	مرحل التحكم	1PS	فاصل الضغط العالي	2TAS	ترموستات الحماية من التجمد
Flow sw	مفتاح سريان	3PS	بمؤخر فاصل ضغط الزيت	4TAS	ترموستات التشغيل
FM	محرك مروحة المكثف	9PS	فاصل الضغط المنخفض بمؤخر	TB	شعبة نهايات
FU	منصهر	10PS	مشغل مروحة المكثف الأولى بضغط المكثف	Δ	إعادة تشغيل يدوي
HTR	سخان	1TR	مؤخر تشغيل الضاغط بعد توقفه		
1M	مرحل الضاغط	11PS	مشغل مروحة المكثف الثانية بضغط المكثف		



شكل (3- 4) نظام تحكم مبرد مياه Water chiller

3. البدء بتشغيل وحدة مبرد المياه chiller قبل مروحة مناولة الهواء AHU حتى لا يزيد الحمل أكثر من اللازم في بداية التشغيل، ويتم ذلك بتوصيل مفتاح S1 لتشغيل مضخة الماء المبرد (دائرة رقم 12) فيمر التيار من نقطة 1 بالمحول T خلال فاصل التيار العالي لها OL ثم مرحل المضخة P إلى نقطة 2 ،فيستحث المرحل ويوصل نقطتي تماسه
بدائرة القدرة (دائرة رقم 4) لتشغيل محرك المضخة PM. كما ستوصل نقطة التلامس P (بالدائرة رقم 18).
4. بدوران المضخة سيمر الماء خلال الوحدة وسيوصل مفتاح سريان الماء Flow sw (دائرة رقم 18) وستطفأ لمبة بيانه (دائرة رقم 19) . وعليه يجب مراجعة ضغط الماء وقياس فرق الضغط خلال مبرد الماء، وملف التبريد بوحدة مناولة الهواء ومطابقته لقيمة التصميم. وكذلك نزف الهواء من الماء ، لاستقرار الضغط وانتظام توصيل مفتاح السريان .
5. بتوصيل مفتاح السريان سيمر التيار خلاله إلى ترموستات الحماية، من تجمد الماء 2TAS (مركب بمخرج مبرد الماء ويضبط للفصل إذا برد الماء الخارج من المبرد إلى ملف التبريد عند $4^{o}C$ ويعاد تشغيله يدويا). ثم يمر التيار على نقطة التلامس P المغلقة الآن. حتى هذه اللحظة سيكون التيار قد مر على عناصر الأمان الأساسية لحالة الماء وضمان توصيلها.
6. بتوصيل مفتاح التشغيل S1-1 سيمر التيار خلال فاصل التيار العالي لمحرك الضاغط 1MOL ،ثم فاصل الضغط العالي لوسيط التبريد 1PS، ثم فاصل الضغط المنخفض لوسيط التبريد 9PS ،ثم ترموستات (حاكم درجة حرارة) التشغيل 4TAS (مركب بمدخل المبرد ويضبط للفصل إذا انخفضت درجة حرارة الماء الراجع من ملف التبريد والداخل للمبرد عن حوالي $12^{o}C$ (درجة مئوية) ،ثم فاصل انخفاض ضغط الزيت الفرقي 3PS لضمان جودة تزييت الضاغط ثم المؤخر الزمني 1TR (دائرة رقم 29) لتأخير تشغيل محرك الضاغط بعد فصله لمدة حوالي 5 دقائق لتفادي التشغيل المتكرر لحظيا.
7. بعد وقت التأخير سيوصل المؤخر التيار إلى مرحل التحكم 3CR (دائرة رقم 29) عندها ستغير نقاط تلامسه وضعها:

- توصل نقطة 3CR (دائرة رقم 13) استعدادا لتشغيل مروحتي المكثف تبعا لضغط المكثف.
- تفتح نقطة 3CR (دائرة رقم 16) لفصل سخان الزيت حيث سيعمل الضاغط على تسخين الزيت عند دورانه.

- توصل نقطة 3CR (دائرة رقم 25) فتعمل على
    - فتح سلنويد خط السائل 1SOL ليمر وسيط التبريد بالدائرة
    - حث مرحل الضاغط 1M لتشغيل محرك الضاغط CM (دائرة 8)
    - توصيل مؤخر فاصل الضغط المنخفض 9PS حتى يستقر أداء الوحدة خلال حوالي دقيقتين
    - توصيل مؤخر فاصل الضغط الفرقي المنخفض للزيت 3PS ،حتى يزيد ضغط الزيت بدوران مضخة الزيت مع الضاغط

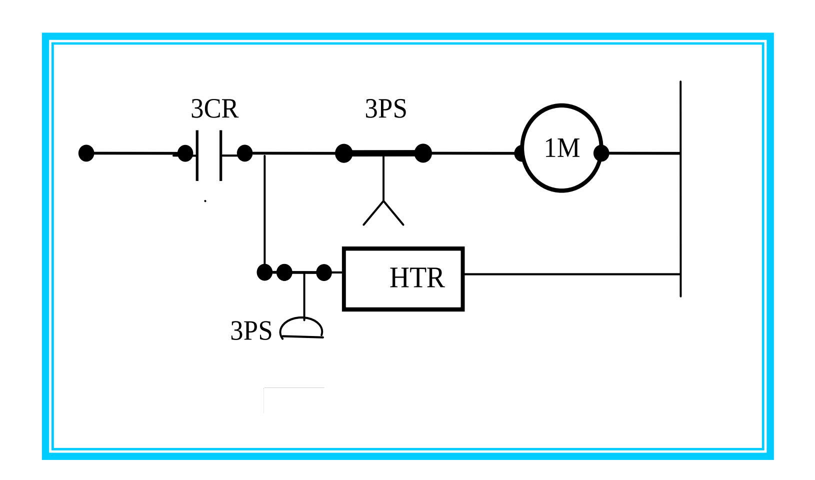
8. بتشغيل الضاغط سيزيد ضغط الطرد فيسبب تشغيل مراوح المكثف تباعا بتأثير 10PS الذي يوصل عند 8 bar بار فيستحث المرحل 2C فتوصل نقاط تلامسه (دائرة 3) ليعمل محرك المروحة الأولى FM1 . وإذا زاد الضغط أكثر حتى 10 بار سيوصل 11PS ،ليستحث 3C لتشغيل محرك المروحة الثانية FM2.
9. إذا برد الماء وانخفضت درجة حرارة الراجع إليه من وحدة مناولة الهواء إلى حوالي $12\ ^oC$ ؛ سيفصل ترموستات التشغيل 4TAS التيار عن مرحل الضاغط والمؤخر فيتوقف الضاغط ويؤخر المؤقت التشغيل 5 دقائق. وستتوقف مروحة المكثف. وتبعا لارتفاع درجة حرارة الماء وانتهاء فترة التأخير سيعيد المرحل 3CR التشغيل كما سبق.
10. في حالة فصل أي من وسائل الأمان ستضئ لمبة بيانها لأن مقاومة الوسيلة عند الوحدة مالا نهاية.

أداء مؤخر فاصل ضغط الزيت الفرقي 3PS

نظرا لتركيب مضخة الزيت على عمود الإدارة للضاغط و بالتالي فلا يوجد فرق ضغط للزيت حالة توقف الضاغط ،فيجب إدارة المضخة دون النظر لفرق الضغط عند بداية تشغيل الضاغط لفترة تأخير معينة بعدها يمكن تحسس فرق الضغط للزيت وأخذه في الاعتبار ويتم ذلك كما يوضحه شكل (3- 5) بالخطوات التالية :

- عند توصيل 3CR سيمر التيار خلال حاس درجة حرارة الفاصل 3PS إلى المرحل 1M فيستحث وتوصل نقاطه بدائرة القدرة ليعمل الضاغط مباشرة دون تحسس فرق ضغط الزيت وتدور معه مضخة الزيت.
- أيضا سيمر تيار خلال إشارة ضغط الزيت 3PS إلى سخان الفاصل HTR .

- خلال فترة التأخير(60 ثانية) سيزيد ضغط الزيت بدوران مضخة الزيت مع عمود الإدارة وعليه ستفصل إشارة ضغط الزيت 3PS التيار عن HTR فلا يسخن ويظل حاس درجة حرارة الفاصل 3PS موصلا التيار للمرحل 1M.
- إذا لم يزد ضغط الزيت خلال فترة التأخير سيعمل 3PS على زيادة تسخين HTR فيؤثر على حاس درجة حرارة الفاصل3PS ويفصله مسببا فصل 1M فيتوقف الضاغط لسوء التزييت.



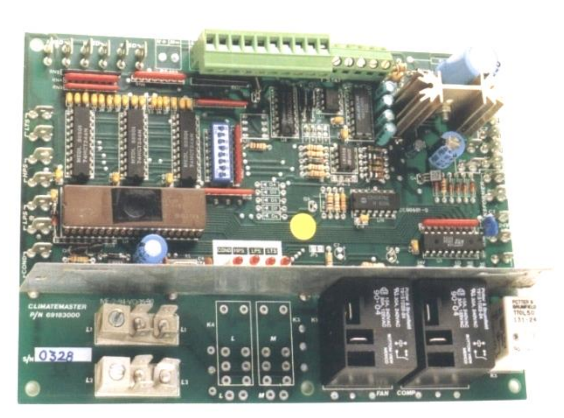
شكل (3- 5) أداء مؤخر فاصل ضغط الزيت الفرقي 3PS

أداء مؤخر فاصل الضغط المنخفض 9PS

نفس نظرية العمل السابقة

ج -الاتجاهات الحديثة للتحكم في مبردات المياه Modern chillers tendency

من الاتجاهات الحديثة للتحكم في مبردات المياه استخدام المعالجات Processors بدلا من الحاكمات التقليدية كما يظهر بشكل (2- 6). وفيه يعمل المعالج على استلام إشارات الحساسات من نقاط متعددة من الوحدة والمقارنة بينها وبين نقاط الضبط الخاصة كما ببرنامجه وبالتالي إعطاء الإشارات اللازمة لتنفيذ متطلبات التحكم. وقد أمكن التحكم في عدد كثير من المتغيرات مما أدى إلى تصغير التفاوت ودقة وسهولة الأداء للوحدات. يمكن الرجوع لكتالوجات الشركات المنتجة للاستزادة.





شكل (3- 6) استخدام المعالجات Processors للتحكم في مبردات المياه

د -نظم الحماية لمبردات المياه للتكييف Chillers Saty control systems

تشمل نظم الحماية لمبردات المياه معظم مايلي:

- الحماية من تجمد الماء حتى لا يتسبب في تحطيم مواسير سريان الماء وذلك بضمان سريان الماء باستخدام مفتاح سريان الماء وفصل الوحدة إذا انخفضت درجة حرارة الماء الخارج من المبخر إلى 4 درجات مئوية باستخدام ترموستات الحماية من انخفاض درجة حرارة الماء للتجمد.
- الحماية من ارتفاع أو انخفاض ضغط وسيط التبريد بالوحدة للوقاية من تحميل الضاغط أو انخفاض السعة التبريدية ، باستخدام فاصل الضغط العالي وفاصل الضغط المنخفض.
- الحماية من انخفاض الضغط الفرقي للزيت لضمان جودة التزييت باستخدام فاصل ضغط الزيت
- الحماية من ارتفاع درجة حرارة ملفات المحرك باستخدام ترموستات الوقاية من ارتفاع درجة حرارة الملفات للمحرك خاصة للضواغط شبه المغلقة.
- الحماية من زيادة التيار المسحوب وذلك باستخدام فاصل التيار العالي.
- الحماية من التشغيل المتكرر لحماية محرك الضاغط وذلك باستخدام مؤخر تشغيل الضاغط لفترة بعد التوقف.

ه -**نظم تغير السعة لمبردات المياه للتكييف** Chillers capacity control systems

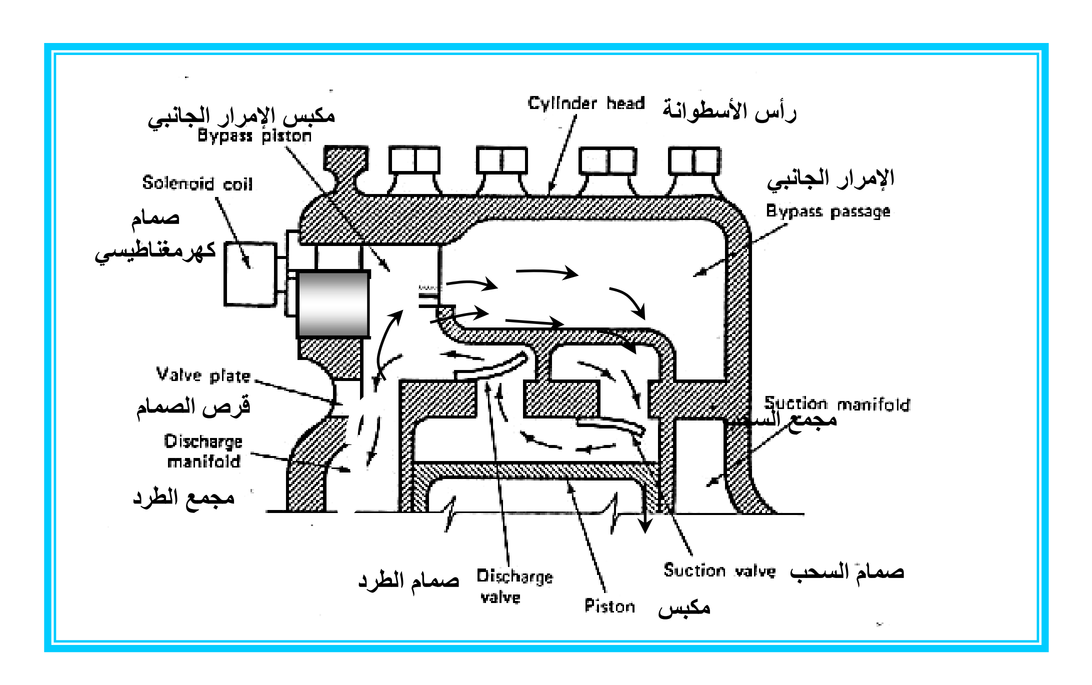
يمكن التحكم في سعة مبردات المياه ذات السعات العالية باستخدام أي من أو بعض الطرق التالية:

أ - استخدام ضواغط مجهزة بنظام التحميل واللا تحميل لبعض الأسطوانات للضواغط الترددية شبه المغلقة والمفتوحة حيث يعمل نظام اللاتحميل على تعليق بلف السحب للإسطوانة أو فتح ممر جانبي برأس الإسطوانة بين الطرد والسحب.كما بشكل (3- 7) ويعمل هذا النظام كما يلي:

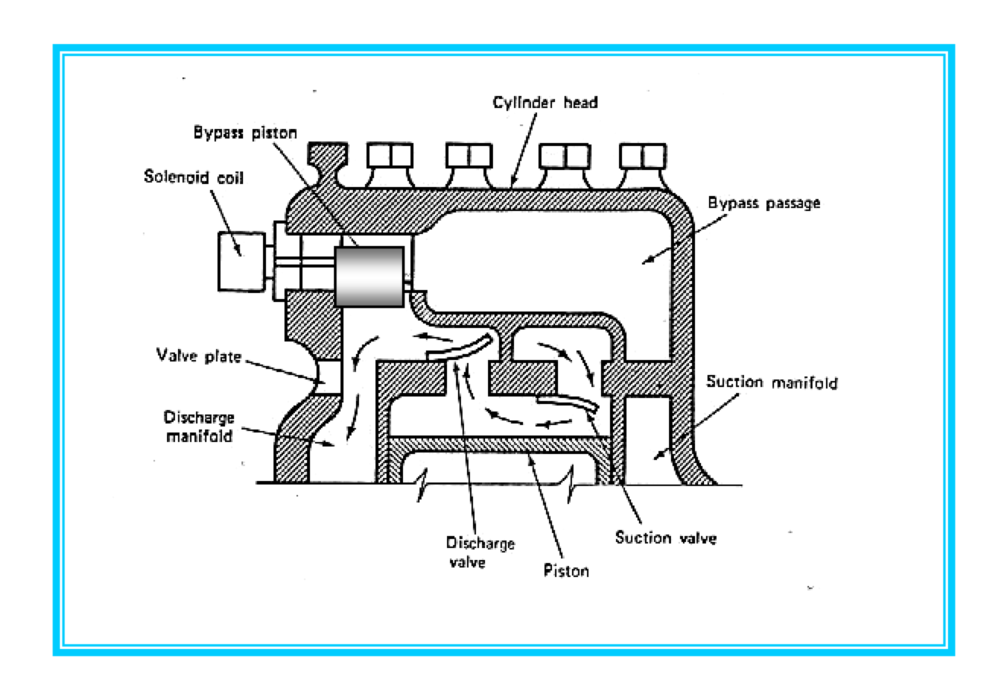
- حالة اللاتحميل: تعمل إشارة التحكم من الحمل المنخفض إلى ملف السلنويد Solenoid coil على سحب مكبس الإمرار الجانبي Bypass piston لفتح مخرج الغاز بعد بلف الطرد Discharge valve ليعود خلال الممر التجنيبي bypass passage إلى مجمع السحب Suction manifold ثم صمام السحب Suction valve ثم الطرد مرة أخرى وهكذا... لخفض معدل التبريد بهذه الإسطوانة.
- حالة التحميل: تعمل إشارة التحكم من الحمل عندما يرتفع إلى ملف السلنويد solenoid coil لإعادة مكبس الإمرار الجانبي bypass piston لغلق مخرج الغاز بعد بلف الطرد ليدخل مباشرة إلى مجمع الطرد Discharge passage لزيادة معدل التبريد بهذه الإسطوانة.

2. استخدام نظام تجنيبي للغاز الساخن Hot gas bypass حيث يعمل منظم السعة على تحويل جزء من الغاز الساخن من خط الطرد إلى خط السحب مباشرة عندما يقل الحمل (راجع أساسيات التحكم في أنظمة التبريد وتكييف الهواء).
3. استخدام عدة ضواغط بالوحدة تعمل تباعا حسب تغير الحمل قد تصل إلى ستة ضواغط (راجع وحدات تكييف الهواء المركزي بالكلية).
4. استخدام عدة وحدات تعمل بالتتابع حسب تغير الحمل قد تصل إلى عشر وحدات(راجع وحدات تكييف الهواء المركزي بالكلية).
5. استخدام طريقة خنق خط السحب بريش توجيه guide vanes بالضواغط الطاردة المركزية Centrifugal compressors (راجع حقيبة نظم ومعدات التبريد).

6. استخدام بلف منزلق valve slide بالضواغط اللولبية Screw compressors (راجع مقرر نظم ومعدات التبريد).



أ - حالة اللا تحميل (الغاز يعود من الطرد إلى السحب)



ب - حالة التحميل (الغاز يدخل من الطرد إلى مجمع الطرد)

شكل (3- 7) تحميل و لا تحميل الأسطوانات للضواغط الترددية



و -نظم التحكم في معدل سريان الماء بمبردات الماء Water flow rate control

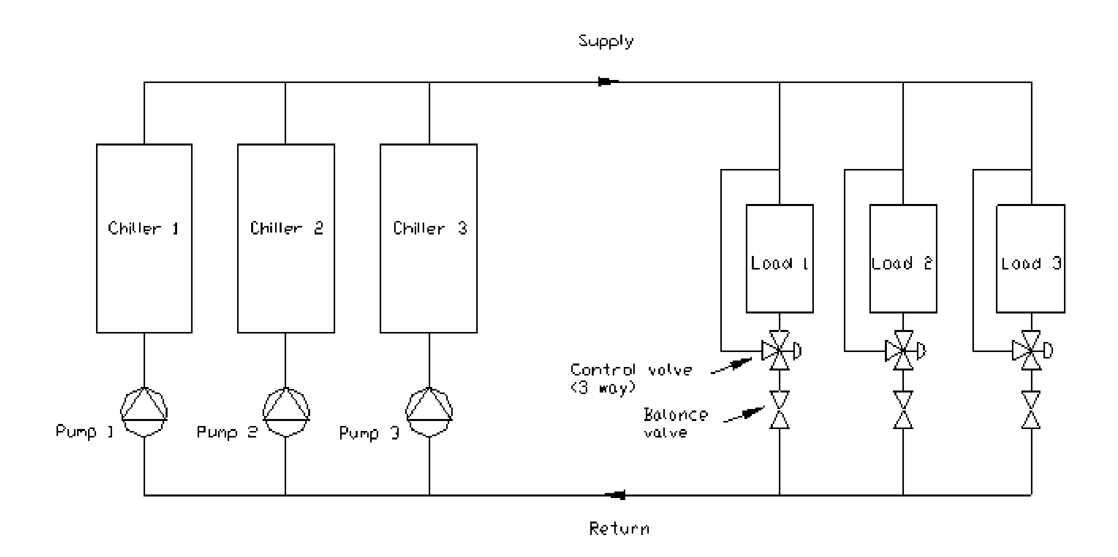
يوجد نظامان للتحكم في معدل سريان الماء بمبردات الماء : نظام التحكم في محطة مبردات المياه تعمل بمعدل ثابت لسريان الماء و نظام التحكم في محطة مبردات المياه تعمل بمعدل متغير لسريان الماء. وفيما يلي تناول لهذين النوعين من التحكم

1. نظام التحكم في محطة مبردات المياه تعمل بمعدل ثابت لسريان الماء
Chillers plant using constsnt water flow control

عند استخدام أكثر من مبرد مياه لأحمال التكييف العالية ،يجب توصيل المبردات على التوازي ، ويجب أن تكون لها نفس السعة للتمكن من عمل اتزان لسريان الماء بصمام الاتزان Balance valve بكل حمل كما بشكل (3- 8- أ). في هذا النوع ستكون كمية الماء المارة بالمبردات Chiller 1,2,3 من خلال المضخات Pump 1,2,3 ثابتة. وعند تغير الأحمال الحرارية Load 1,2,3 سيعمل صمام التحكم Control valve (3 way) بكل حمل متغير على تغيير معدل الماء المار خلال الحمل مع المحافظة على معدل مرور ماء الإمداد Supply و الماء الراجع Return للمضخات والمبردات.

كمثال للحمل الأول Load 1 سيتم مبدئيا ضبط صمام الاتزان له ليمرر كمية الماء اللازمة للحمل الكامل، وعليه فعند الحمل الكامل سيعمل صمام التحكم له ذاتيا على إمرار جميع الماء خلال ملف التبريد. وعندما ينخفض الحمل سيعمل صمام التحكم على إمرار جزء من الماء خلال ملف التبريد ، يتناسب مع الحمل والجزء الآخر سيتجنب ملف التبريد من الإمداد إلى الراجع مباشرة.





شكل (3- 8 - أ) مبردات مياه تعمل بمعدل ثابت لسريان الماء

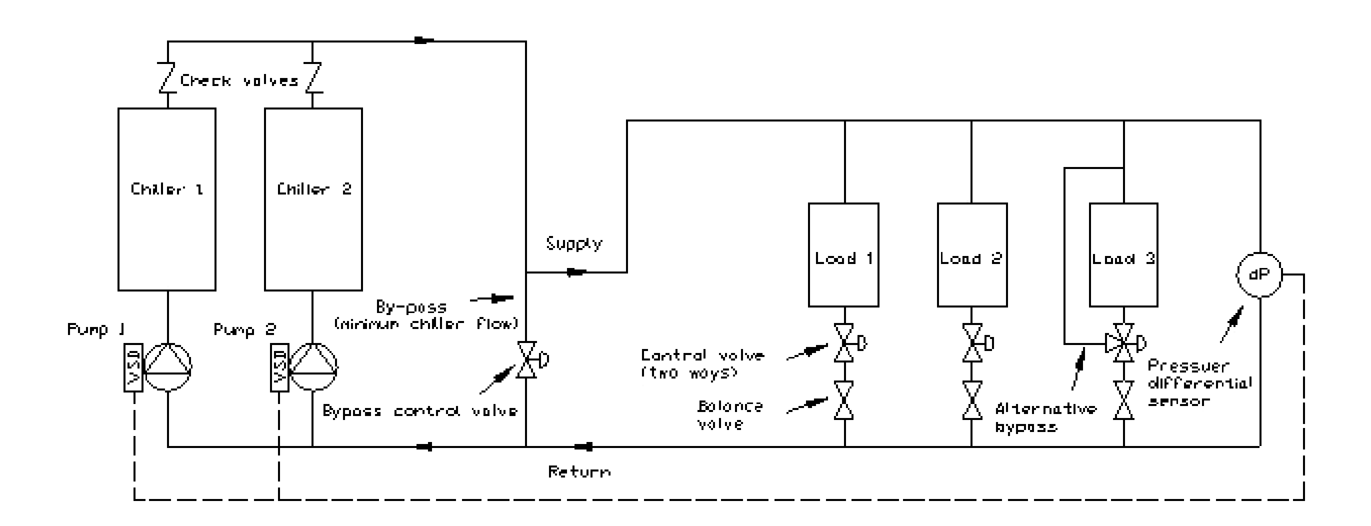
2. نظام التحكم في محطة مبردات المياه تعمل بمعدل متغير لسريان الماء

Chillers plant using variable water flow control

في هذا النوع ستكون كمية الماء المارة بالمبردات Chiller 1,2,3 من خلال المضخات Pump 1,2,3 متغيرة ولكن لا يقل السريان عن حد معين minimum بتأثير الممر التجنيبي By-pass (flow)كما بشكل(3- 8- ب) ويجب ضبط صمام الاتزان Balance valve لكل حمل Load 1,2,3 وعند تغير الأحمال الحرارية، سيعمل صمام التحكم Control valve (2 way) بكل من الحملين Load 1,2 على إمرار أو منع الماء خلالهما أما بالنسبة للحمل الثالث Load 3 فسيعمل الممر التجنيبي الاختياري Alternative by-pass على تغيير معدل الماء خلاله.

كما سيعمل حاس الضغط الفرقي Pressure differential sensor (dp) بين ماء الإمداد Supply و الماء الراجع Return على إرسال إشارة تحكم إلى VSD لتغيير معدل السريان بالمضختين Pump 1,2 .

لاحظ صمامات عدم الرجوع بمخرج كل مبرد للماء.



شكل (3- 8- ب) مبردات مياه تعمل بمعدل متغير لسريان الماء

ثانيا : نظم التحكم في الغلايات Boilers control systems

تستخدم غلايات المياه Water boilers لأغراض تكييف الهواء، لتزويد وحدات مناولة الهواء AHUS للمباني الكبيرة والمتعددة الأماكن بالماء الساخن (أو البخار) ، لتدفئة الهواء منها كما في شكل (3- 9). وفي هذا النظام تتمركز وحدات تسخين المياه في مكان ما بالمبنى حيث تعمل الغازات الناتجة من احتراق الوقود بالغلاية(محروقات بترولية غازية أو سائلة خفيفة أو ثقيلة – سخانات كهربية - محروقات صلبة) على تسخين الماء إلى حوالي 80 درجة مئوية ثم يدفع الماء بمضخات إلى ملفات التسخين بوحدة مناولة الهواء ليسخن الماء الهواء بالمكان المكيف ثم يعود إلى وحدات التبريد مرة أخرى في درجة حرارة حوالي 65 درجة مئوية. وشكل (2- 8) يبين غلاية للماء تعمل بالوقود الغازي.

إن الغلايات (وحدات تسخين المياه لأغراض تدفئة الهواء) تتراوح سعاتها بين المنخفضة والعالية وتحتاج متطلبات التحكم الخاصة بها إلى حماية الغلاية من زيادة الضغط أو درجة الحرارة عن اللازم. لذلك يتم استخدام عناصر حماية لتأمين تشغيلها ومنها - ترموستات الحد الأعلى لدرجة الحرارة - حاكم الضغط ليفصل عندما يزيد الضغط عن حد معين- حاكم مستوى الماء - حاكم تغذية الوقود- مفتاح سريان الماء للتأكد من سريان الماء أثناء تشغيل الوحدة وكذلك: صمام تنفيس Pressure relief valve.

أ - متطلبات التحكم للغلايات Boilers control requirements

تتعدد متطلبات التحكم للغلايات حسب نوعها (تسخين ماء – تبخير ماء – وقود سائل – وقود غازي) وتشترك جميعها فيما يلي:

- ضمان وجود وسريان الماء بالغلاية (مستوى الماء- تشغيل المضخة – مفتاح السريان)
- ضمان سريان الوقود بالضغط ومعدل السريان المطلوبين(منظم الضغط – مضخة الوقود – سلنويد)
- الإشعال الأولي (شعلة صغيرة مستمرة – شرارة كهربية)
- جودة الاحتراق وتشمل نسبة الهواء للوقود(بوابات مروحة الهواء – سلنويد الوقود والبخاخات)
- الحماية من ارتفاع الضغط (فاصل الضغط العالي)
- الحماية من ارتفاع درجة الحرارة

ب -تتابع التحكم لغلاية تسخين الماء Hot water boiler control sequence

وكتطبيق لذلك يمكن دراسة **تتابع التحكم لغلاية تسخين ماء تعمل بالغاز** كما يلي:
بالنظر لشكل (3- 9) وملاحظة متطلبات التحكم يمكن متابعة إشارات التحكم خلال الغلاية كما يلي:

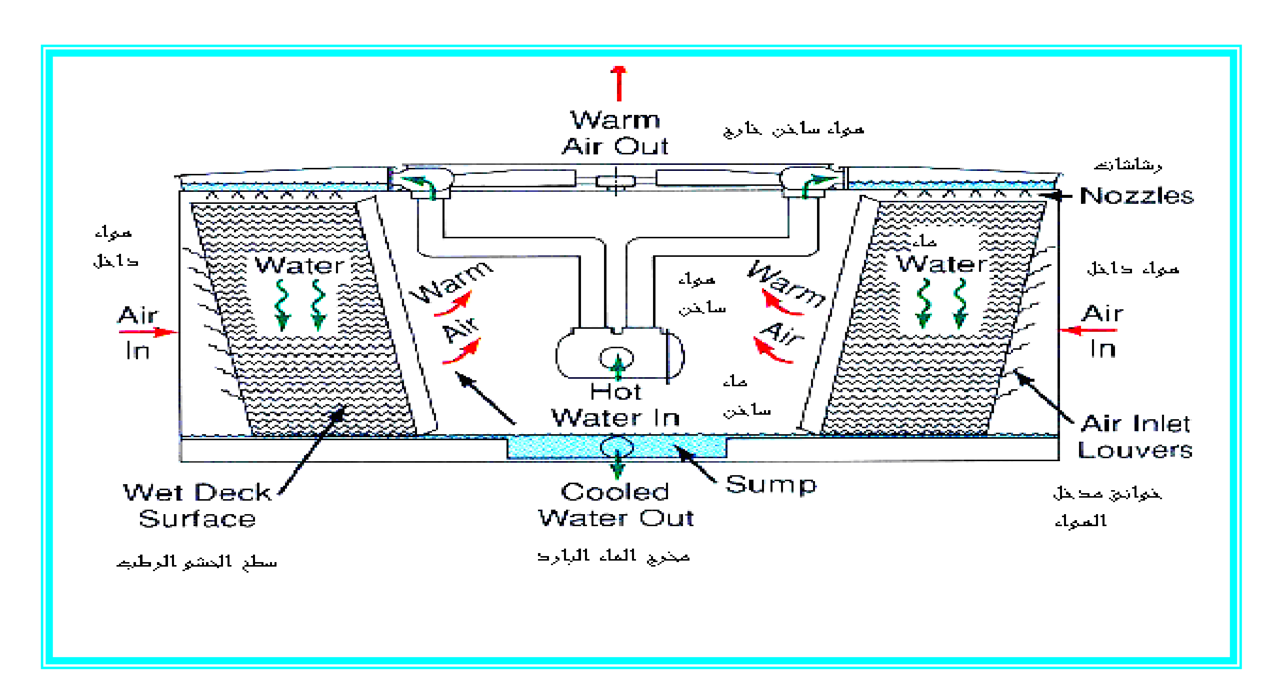
- إشعال شعلة الإشعال الأولى Pilot light (استمرارها)
- تأتي إشارة التحكم من المصدر الكهربي Power in إلى المضخة لتشغيلها لضمان سريان الماء.
- تأتي إشارة من ترموستات الغرفة Room thermostat كطلب للتدفئة مع إشارات الحماية من ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة Limit control للماء كذلك إشارة بدرجة حرارة اللهب من الازدواج الحراري Thermocouple.
- يتلقى تحكم المحرق الغازي gas burner control الإشارات مما سبق مع إشارات من حاكمات درجة الحرارة والضغط Temperature and pressure ويرسل إشارات لفتح السلنويد للغاز solenoid فيشتعل الغاز مع نسبة الهواء بالمحرقBurner وتصعد نواتج الاحتراق فتعمل على تسخين الماء الداخل من المضخة ،ويذهب إلى ملف التسخين radiator (المشع) وتخرج الغازات العادمة من المدخنة Flue.

عند وصول درجة الحرارة بترموستات الغرفة للحد المطلوب سيعمل تحكم المحرق الغازي Gas burner control على فصل إشارة التحكم من السلونويد فيغلق ويوقف الغاز فيطفأ المحرق.

شكل (3- 9) غلاية ماء ساخن للتدفئة تعمل بالوقود الغازي

ثالثا :نظم التحكم في أبراج التبريد Cooling towers control systems

تستخدم أبراج التبريد كما بشكل (3- 10) لتبريد الماء الساخن Hot water ، الناتج من تبريد المكثف المبرَد بالماء لوحدة التبريد أو تكييف الهواء لترشيد استهلاك الماء. ويتم ذلك بتبخير جزء من هذا الماء فيسحب حرارة تبخُره من الماء المتبقي ليبرده، ويجب تذرير الماء (جعله على هيئة رذاذ أي قطرات صغيرة) لزيادة سطح انتقال الحرارة بينه وبين الهواء الجاف المار عليه باستخدام مادة حشو Wet duck surface ، وأيضا يجب سحب بخار الماء المتكون بهواء جاف Worm air ويدفع بمروحة .



شكل (3- 10) برج تبريد

طرق التحكم في سعة برج التبريد Coolin tower capacity control methods

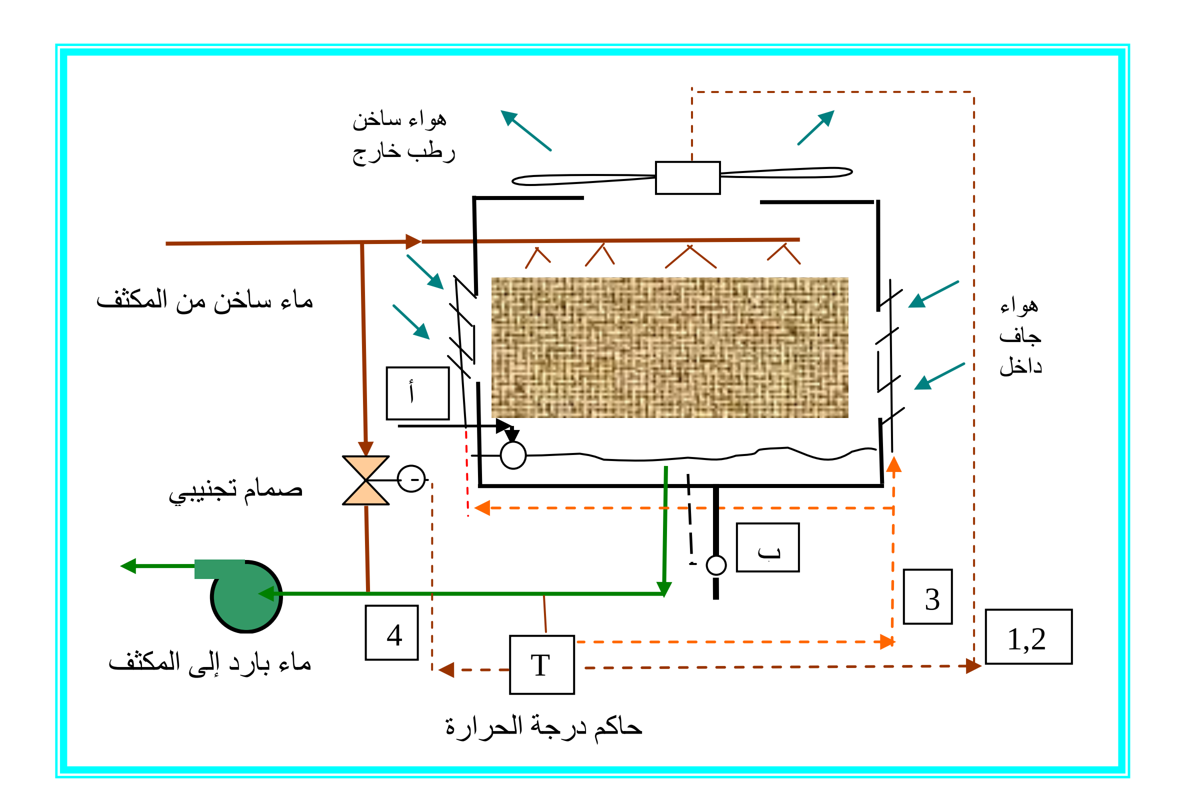
يتم التحكم في سعة برج التبريد بعدة طرق منها ما هو مبين بالرموز بشكل (3- 11) كما يلي:

1. يعمل الحاكم (ترموستات درجة حرارة الماء الخارج من البرج T أو حاكم ضغط المكثف P) على تشغيل أو إيقاف المروحة/ المراوح بالبرج.
2. يعمل حاكم درجة الحرارة T على تغيير سرعة المروحة .
3. يعمل الحاكم على التحكم في بوابات الهواء الداخل للبرج.
4. يعمل الحاكم T على فتح صمام إمرار جانبي By-pass لبعض الماء ليتخطى البرج ويعود مباشرة للمكثف.

كما يجب التحكم في:

أ مستوى الماء باستخدام عوامة تعمل على تعويض الماء الناقص

ب تركيز الأملاح بنزف جزء من الماء وتعويضه باستخدام حاس تركيز يعمل على فتح صمام النزف عند زيادة التركيز.



شكل (3- 11) طرق التحكم في برج التبريد

تمارين

1. اذكر وسائل الحماية الخاصة التي ينفرد بها مبرد المياه لتكييف الهواء.
2. قارن بين نظام التحكم الأساسي ونموذج التحكم لمبرد المياه الواردين بهذه الوحدة.
3. لنظام التحكم في هذه الوحدة (الثالثة) مطلوب تشغيل إحدى مراوح المكثف بتأثير درجة حرارة الجو الخارجي، اشرح كيف يتم ذلك مع الرسم.
4. مستعينا بالرسم اشرح كيف يعمل فاصل الضغط المنخفض بمؤخر.
5. لشكل (3- 4) ، اشرح كيف تضئ لمبة بيان العطل لكل وسيلة حماية.
6. اشرح أداء نظام التحكم للمبرد لإعادة التبريد بعد الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة
7. قارن بين نظامي التحكم في معدل سريان الماء بمبردات الماء .
8. ما متطلبات التحكم للغلايات؟ وما هي وسائلها ؟ وكيف يتم تتابع التحكم لها؟
9. ما متطلبات التحكم لأبراج التبريد ؟ وما وسائلها ؟ وكيف يتم تتابع التحكم لها ؟.



الوحدة الرابعة

التحكم في وحدات مناولة الهواء

الهدف العام

يتعرف المتدرب على التحكم في وحدات مناولة الهواء ،ليحقق ظروف الراحة الحرارية بالأماكن المكيفة على مدار العام.

الأهداف التفصيلية:

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

- التعرف على التحكم في عناصر وحدات مناولة الهواء من:
  - بوابات و مسالك الهواء .
  - مرشحات تنقية الهواء .
  - مرطب زيادة الرطوبة .
  - ملف تبريد بماء بارد (أو مائع تبريد) لتبريد الهواء و/أو خفض رطوبته .
  - ملف تسخين بماء ساخن (أو مائع ساخن) أو سخان كهربي لتسخين الهواء أو إعادة تسخينه.
  - مروحة سحب الهواء خلال العناصر السابقة ودفعه خلال مسالك الهواء إلى المكان المكيف.
- التعرف على نظام التحكم للتكييف لجو حار(رطب أو جاف) .
- التعرف على نظام التحكم للتكييف لجو بارد.
- التعرف على نظام التحكم للتكييف على مدار العام.

الوقت المتوقع للتدريب

4 ساعات

الوحدة الرابعة

التحكم في وحدات مناولة الهواء

Air handling units (AHU's) control

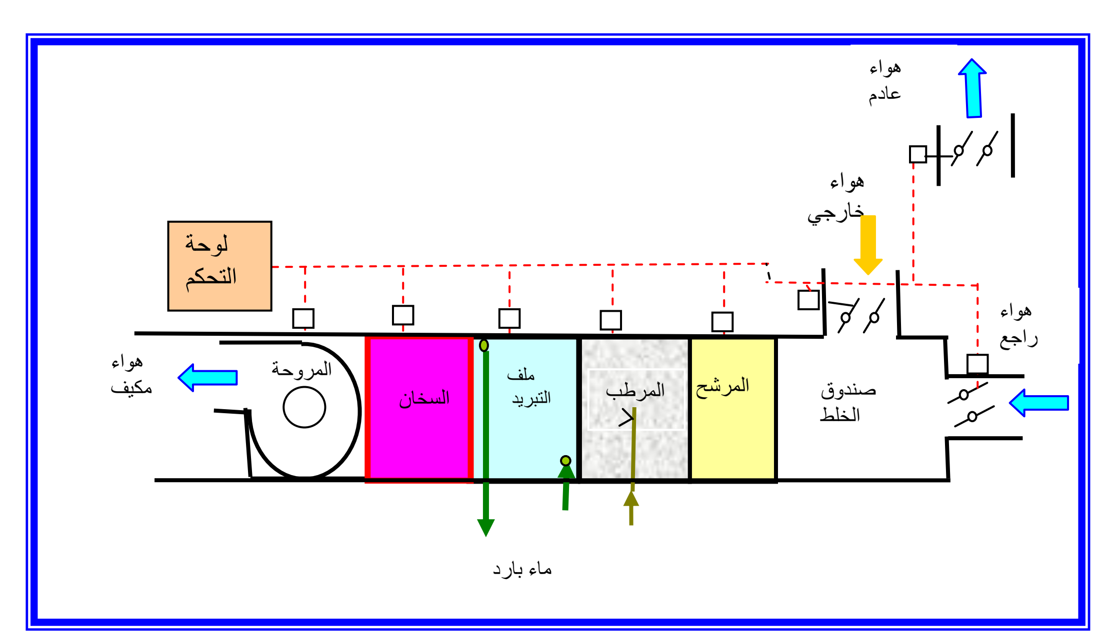
يعمل التحكم في وحدات مناولة الهواء على تحقيق متطلبات تكييف الهواء، كضبط درجة حرارة الهواء (خفض أو رفع)، و ضبط رطوبته (خفض أو رفع) ،و تنقيته و تجديده وتوزيعه وتطهيره إذا لزم الأمر. على ذلك فعناصر وحدة تكييف الهواء المطلوب التحكم فيها يمكن أن تشمل كل أو بعض ما يلي:

- بوابات و مسالك هواء لتجديد وتوزيع الهواء.
- مرشحات لتنقية الهواء.
- مرطب لزيادة الرطوبة.
- ملف تبريد بماء بارد يدفع بمضخة من مبرد مياه (أو مائع تبريد) لتبريد الهواء و/أو خفض رطوبته .
- ملف تسخين بماء ساخن من غلاية (أو مائع ساخن) أو سخان كهربي لتسخين الهواء أو إعادة تسخينه.
- مروحة سحب الهواء خلال العناصر السابقة ودفعه خلال مسالك الهواء إلى المكان المكيف .

شكل (4- 1) يبين تخطيطا لهذه العناصر، ومن الشكل يدخل الهواء الراجع RA (Return Air) بالمعدل الذي يسمح به خانق الهواء الخاص به (Return Air Damper) RAD ليختلط بالهواء الخارجي OA (Outdoor Air) بالمعدل الذي يسمح به خانق الهواء الخاص به OAD ويمر الخليط على مرشح الهواء لتنقيته ،ثم مرطب الهواء إذا أريد زيادة الرطوبة للهواء ،ثم ملف التبريد إذا أريد خفض درجة الحرارة بالتبريد و/ أو إزالة الرطوبة بالتبريد ،ثم السخان إذا أريد زيادة درجة الحرارة ثم المروحة لسحب الهواء خلال تلك العناصر ودفعه خلال مسالك هواء الإمداد إلى المكان المكيف.

ويعمل التحكم على تشغيل أو إيقاف العناصر السابقة حسب متطلبات التحكم ،وتبعا لتغير الحمل الحراري الداخلي أو الخارجي وتوفيرا للطاقة والمحافظة على أمان وسلامة العناصر. وسنتناول التحكم للعناصر المختلفة تبعا لاتجاه سريان الهواء بدءاً من دخول الهواء الخارجي ثم خلطه بالهواء الراجع ،والتخلص من الهواء العادم ثم المرشح و العناصر الأخرى تباعاً.





شكل (4- 1) رسم تخطيطي لمكونات وحدة مناولة الهواء AHU والتحكم فيها

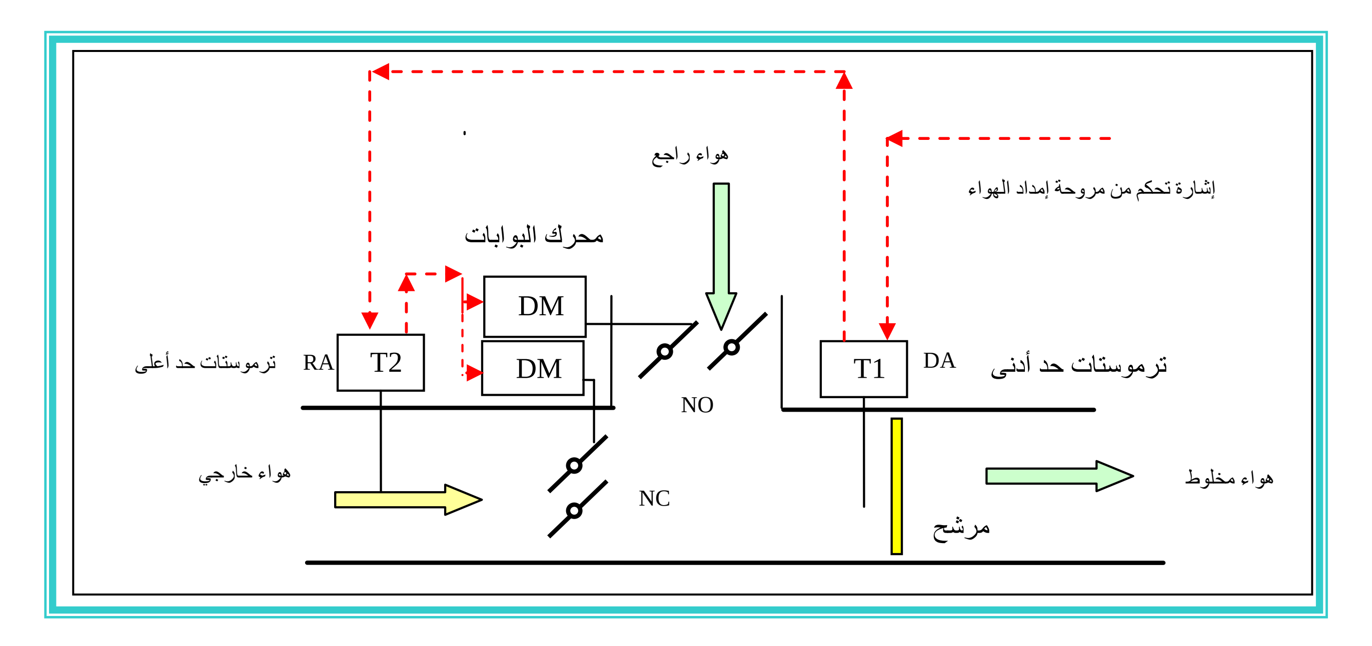
أولا : نظم التحكم الأولية لعمليات تكييف الهواء Primary A/C processes control

1- التحكم لخلط الهواء Air mixing control

شكل (4- 2) يمثل تحكما في خلط الهواء للحصول على أفضل درجة حرارة خليط لتحقيق التهوية المطلوبة ،وتوفير الطاقة. كما بالشكل تمر إشارة التحكم من مروحة الإمداد بعد تشغيلها إلى ترموستات الحد لأدنى المسموح به لدرجة الحرارة T1 ذات التأثير المباشر Direct Action (DA) والتي تعني عند زيادة درجة الحرارة يزيد تأثير التحكم .ثم ترموستات الحد الأعلى لدرجة حرارة الهواء T2 ذات التأثير العكسي Reverse Action (RA) ثم محرك البوابات للهواء الخارجي Outdoor Air Damperوهو عادة مغلق (يعود للغلق عندما تتلاشى إشارة التحكم إليه) Normally Closed (NC) وأيضا محرك خانق الهواء الراجع Return Air Damper (RAD) وهو عادة مفتوح (NO) وأيضا محرك الخانق للهواء العادم Exhaust Air Damper (EAD) وهو عادة مغلق (NC).

في حالة التصميم الصيفي وارتفاع درجة الحرارة والحاجة للتهوية ،يعمل ترموستات الحد الأعلى T2 على غلق خانقي الهواء الخارجي والهواء العادم ، حتى أقل فتحة تهوية لتحقيق الحد الأدنى من التهوية مع فتح خانق الهواء الراجع أكبر فتحة ممكنة لتقليل الحمل الحراري على وحدة مناولة الهواء؛ وعندما تقل درجة الحرارة الخارجية يعمل T2 على فتح خانق الهواء الخارجي مع إعادة ضبط الخانقين الآخرين لتحقيق أفضل درجة حرارة خلط. وفي حالة انخفاض درجة الحرارة كثيرا يعمل ترموستات الحد الأدنى T1 على غلق خانق الهواء الخارجي للحد الأدنى للتهوية.





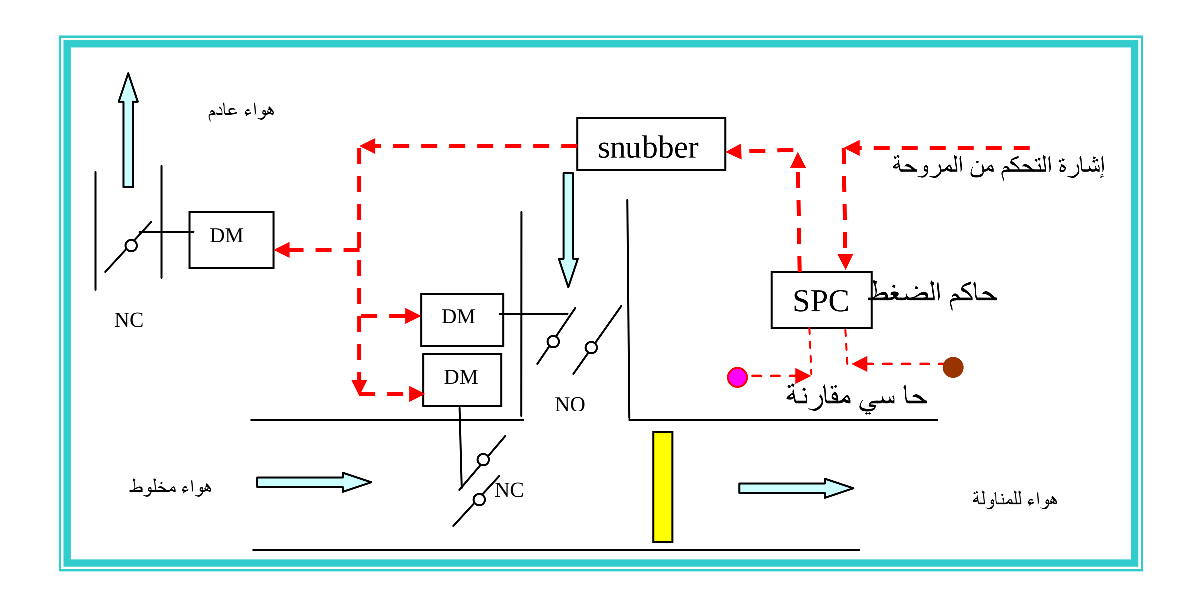
شكل (4- 2) التحكم في درجة حرارة خليط الهواء

1 - تحكم ضغط استاتيكي Static pressure control

يستخدم هذا النوع للأماكن التي تتطلب اختلافا في الضغط عن الأماكن المجاورة لها سواء ضغط موجب مثل الغرف النظيفة وغرف العمليات ومصانع الأدوية، أو ضغط سالب مثل غرف العزل الصحي والمعامل الكيماوية.

كما بشكل (4- 3) تأتي إشارة التحكم من مروحة الإمداد إلى حاكم الضغط الاستاتيكي spcثم المؤخر snubber ومنه إلى محركات البوابات (DM) Damper motor في حالة الاستقرار يكون فرق الضغط بين المكان وموقع المقارنة حسب قيمة الضبط للحاكم وتكون البوابات في أوضاع الاستقرار. وإذا تغير فرق الضغط (فتح الباب مثلا لمكان موجب الضغط) ستختلف إشارة الحاس بالمكان ويعمل ذلك على أن يرسل الحاكم إشارة إلى المؤخر لفتح خانق الهواء الخارجي جزئيا وغلق خانق الهواء العادم جزئيا لزيادة الضغط بالمكان، لتعويض المفقود منه. والعكس صحيح بالنسبة لمكان سالب الضغط.

يمكن استخدام إشارة الحاكم للضغط للتأثير في مروحة الإمداد، ومروحة العادم بدلا من ضبط الخانقات.



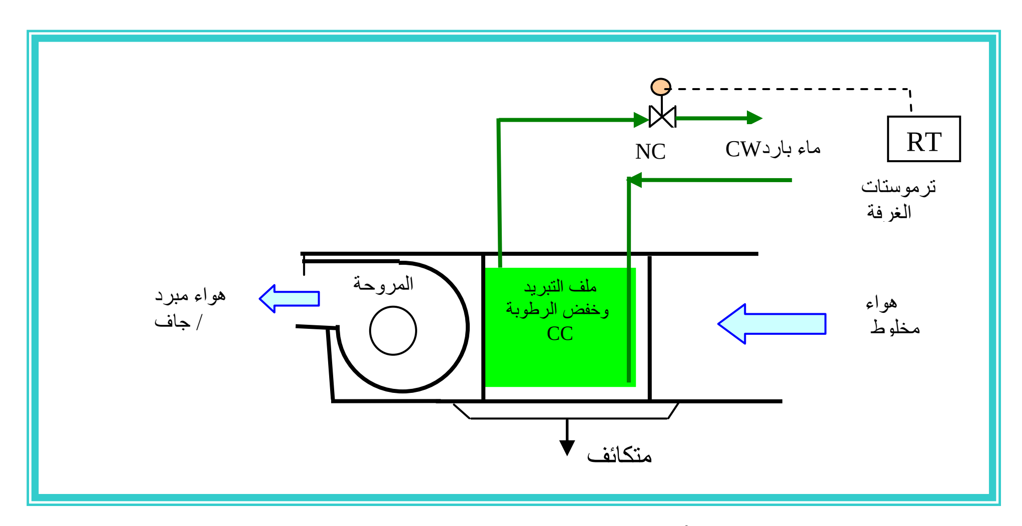
شكل (4- 3) تحكم ضغط استاتيكي للهواء

3- التحكم في تبريد الهواء Air cooling control

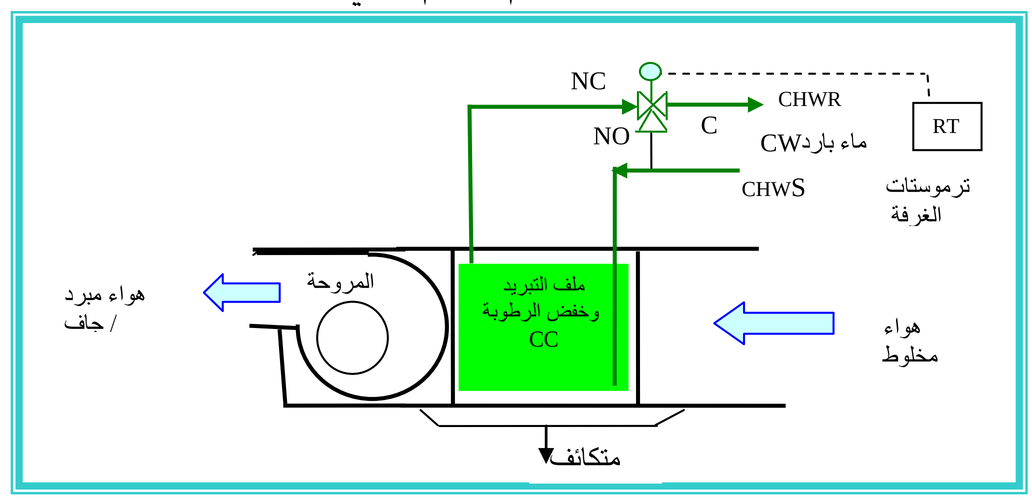
يمكن تبريد الهواء بملفات تبريد بها ماء بارد أو مائع تبريد كما يمكن استخدام التبريد التبخيري برش الماء في الهواء.

3- 1 التحكم في ملفات التبريد بالماء أو المحاليل الملحية.

كما بشكل (4- 4) تأتي إشارة التحكم من ترموستات الغرفة إلى الصمام الثنائي أو الثلاثي للتحكم في مرور الماء خلال الصمام، إلى ملف التبريد. في حالة الصمام الثنائي ستعمل إشارة من الحاكم على فتح الصمام ليمر الماء في حالة التبريد، وعند تحقيق درجة الحرارة المطلوبة سيفصل الترموستات الإشارة عن الصمام فيعود إلى الغلق (لاحظ أن الصمام NC و على ذلك فالتحكم ذو موضعين ON - OFF والتفاوت كبير). وفي حالة الصمام الثلاثي ستعمل إشارة التحكم من الترموستات على الفتح جزئيا أو الغلق جزئيا لتغيير معدل مرور الماء خلال الصمام إلى الملف تبعا لتغير درجة الحرارة، حيث تمر كمية معينة من الماء خلال الملف NC والباقي يمر إلى الممر التجنيبي NO . وفي حالة تحقيق درجة الحرارة سيعمل التحكم على غلق فتحة الملف وفتح فتحة الإمرار بشكل كامل ليمر جميع الماء من الجانبين، و على ذلك فالتحكم تناسبي والتفاوت صغير.



أ - استخدام صمام ثنائي

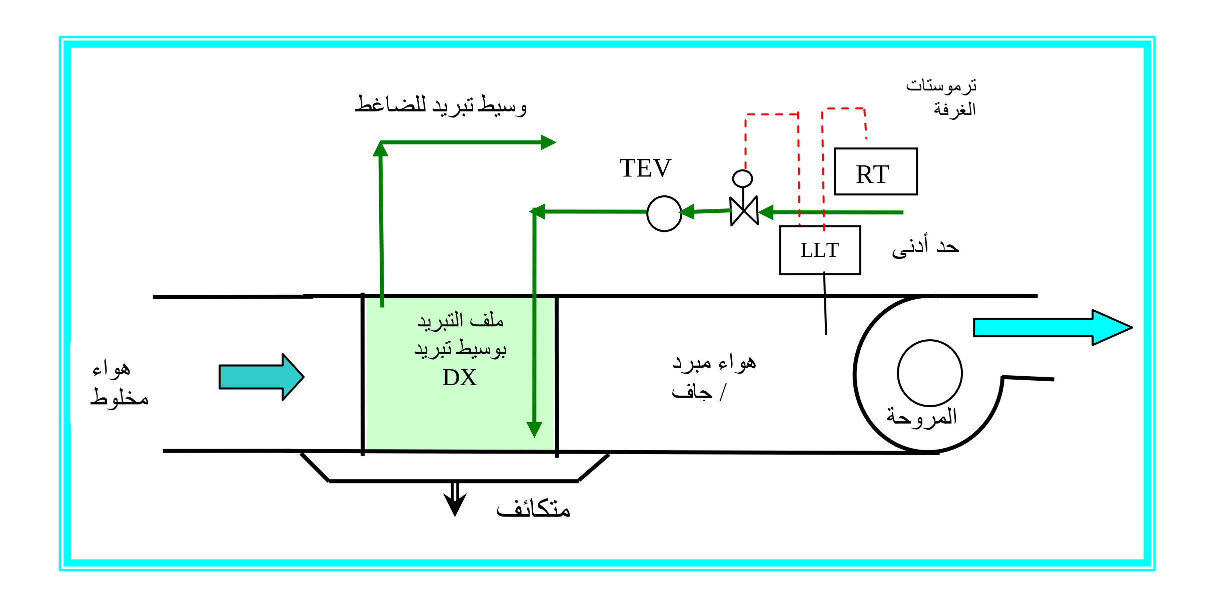


ب- استخدام صمام ثلاثي

شكل (4- 4) التحكم في ملفات التبريد بالماء البارد

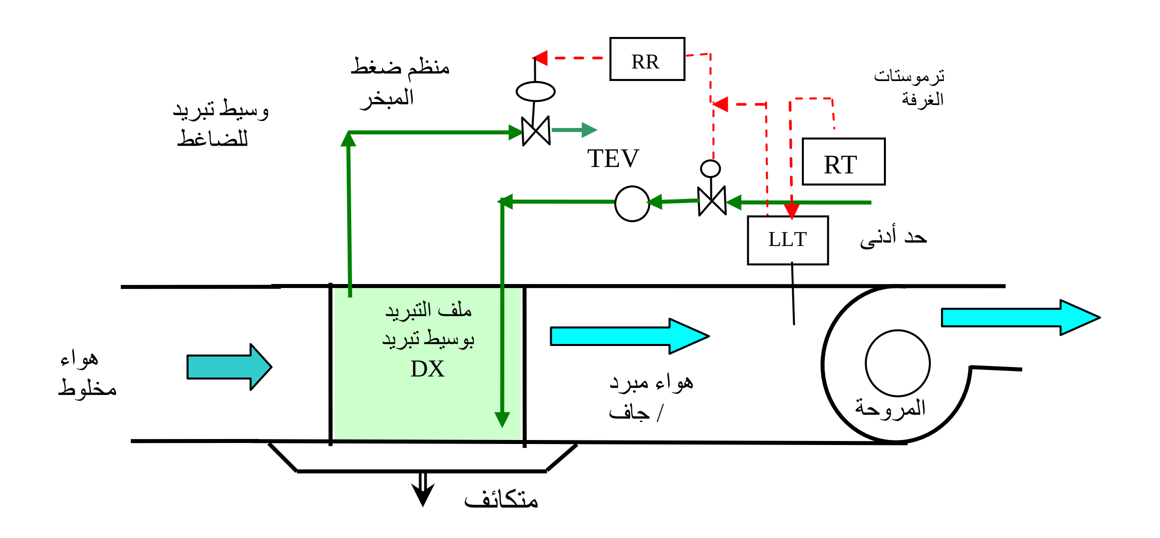
3 2 التحكم في ملفات التبريد بوسيط التبريد Coolig coils using refrigerant control

كما بشكل (4- 5) تأتي إشارة التحكم من ترموستات الغرفة RT إلى ترموستات الحد الأدنى LLT (للحماية من انخفاض درجة الحرارة بعد الملف أقل من اللازم حتى لا يتكون صقيع على الملف من تجمد بخار الماء الموجود بالهواء، تبعا لانخفاض نقطة الندى للملف عندما يقل الحمل كثيرا أو قلة معدل الهواء المار على الملف) ثم الصمام لفتحه أو غلقه لإمرار وسيط التبريد إلى المبخر للتبريد أو غلق الصمام عندما تتحقق درجة الحرارة.



شكل (4- 5) التحكم في ملفات التبريد بوسيط التبريد

يمكن استخدام منظم ضغط المبخر لتفادي انخفاض ضغط الملف أكثر من اللازم كما بشكل (4- 6). وفيه تأتي الإشارة من الترموستات إلى المرحل العكسي لفتح المنظم أولا ثم فتح الصمام الثنائي لإمرار المائع إلى الملف.

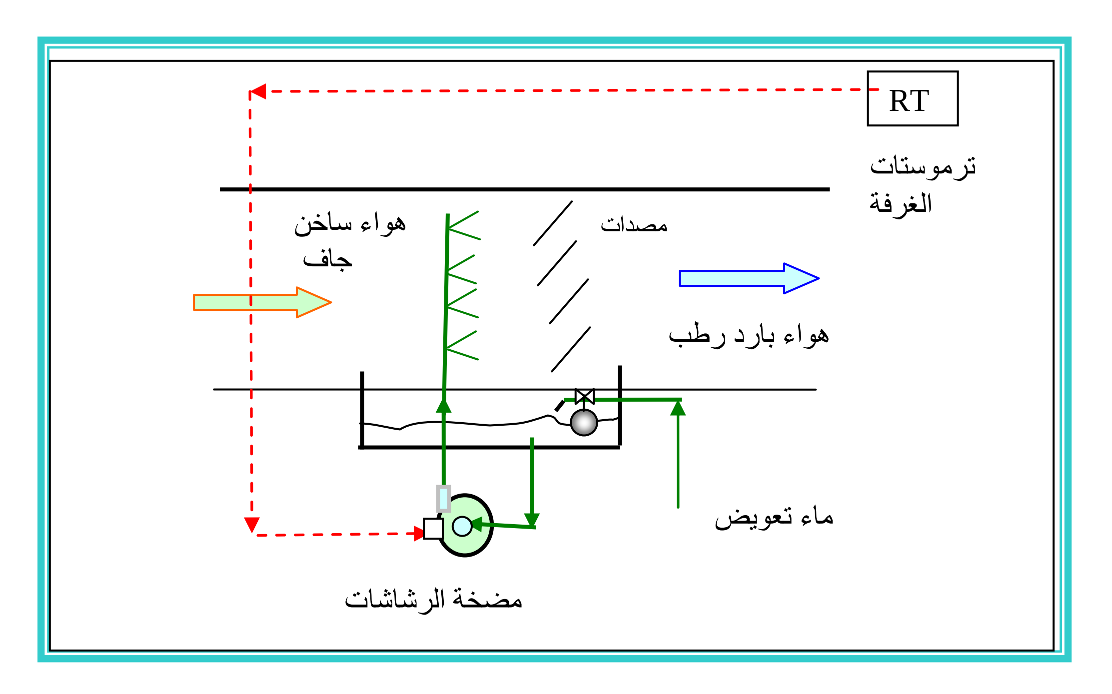


شكل (4- 6) التحكم في ملفات التبريد بوسيط التبريد (مع منظم ضغط المبخر)

ويمكن تحسين أداء التحكم باستخدام مرحلتين، كما يمكن استخدام التحكم في سعة الضاغط للتحكم في معدل مرور وسيط التبريد.

4- التحكم في التبريد التبخيري Evaporative cooling control

كما بشكل (4- 7) تأتي إشارة التحكم من الترموستات إلى المضخة لرش الماء حسب درجة الحرارة المطلوبة.

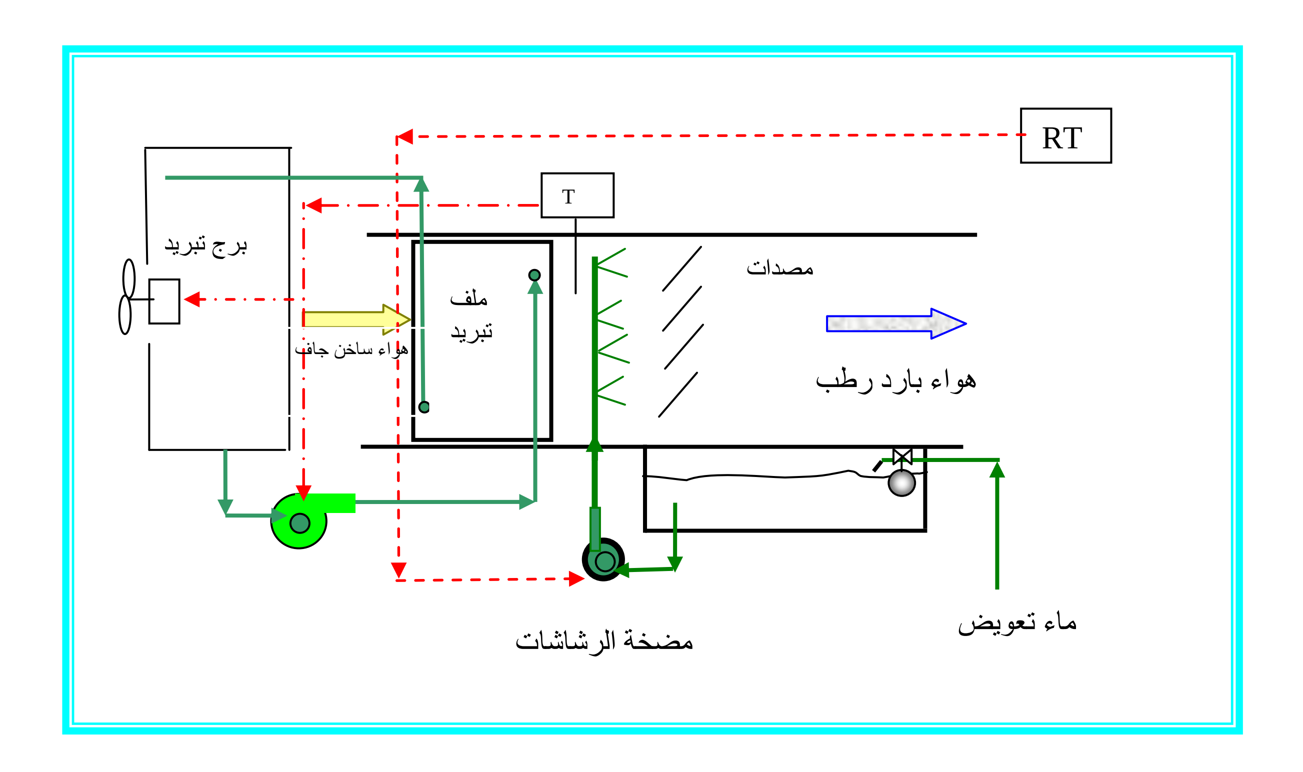


شكل (4- 7) التحكم في التبريد التبخيري (مرحلة واحدة)

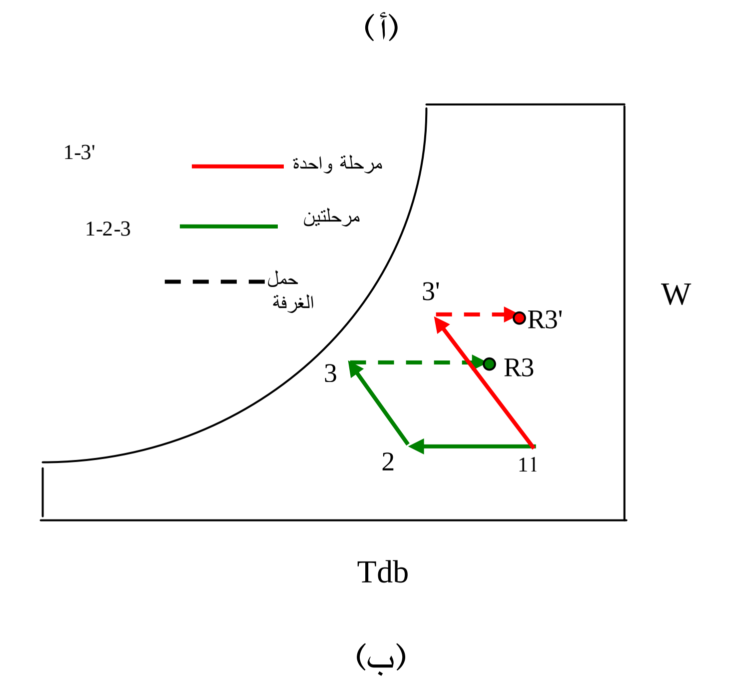
كما يمكن استخدام مرحلتين الأولى تبريد بملف تبريد من برج تبريد والثانية تبريد بالرشاشات كما بشكل (4- 8)، وبذلك يمكن تبريد الهواء أولا تبريدا محسوسا في المرحلة الأولى ثم بالتبريد التبخيري في المرحلة الثانية. وعليه يمكن الحصول على ميزتين كما يظهر بالإجراءات بخريطة خواص الهواء الرطب الموضحة بالشكل (4- 8- ب)

- الحصول على درجة حرارة أقل .
- الحصول على رطوبة نسبية أقل .

إلا أن ذلك يستلزم استهلاك كمية أكبر من المياه وقلما توجد في المناطق الجافة.



(أ)



(ب)

شكل (4- 8) التحكم في التبريد التبخيري (مرحلتين)

5- التحكم في تسخين الهواء Air heating control

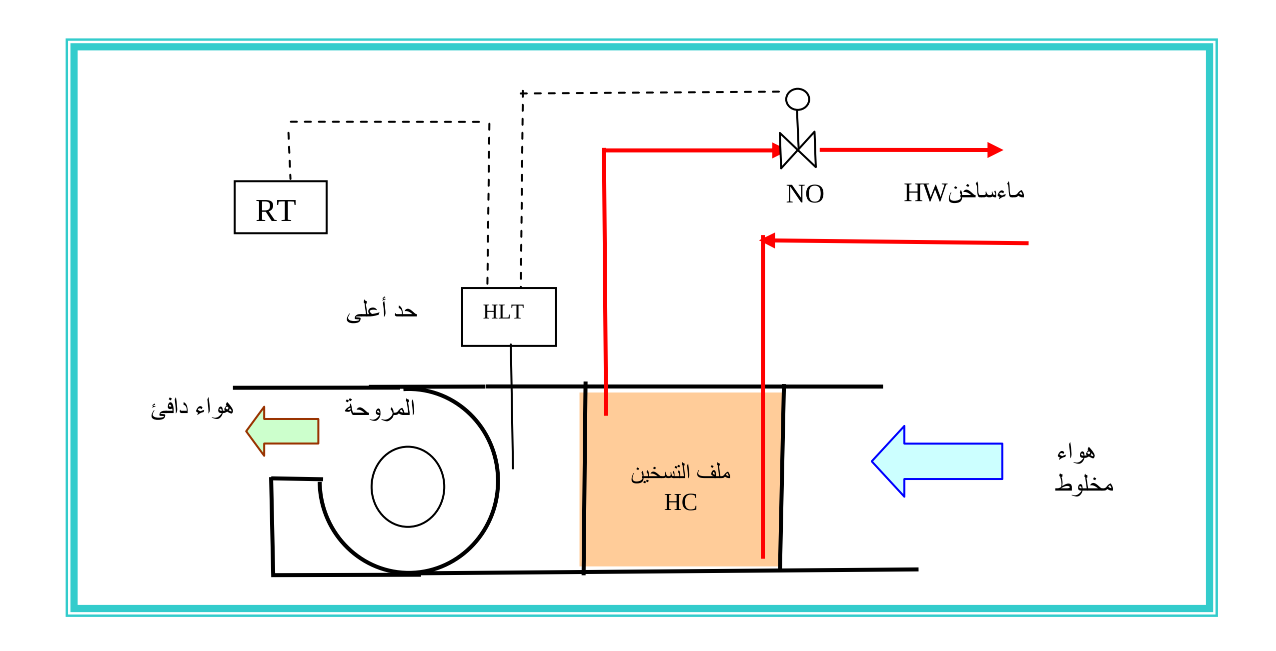
يمكن تسخين الهواء بملف تسخين به ماء ساخن ،أو بخار ماء ،أو مائع تبريد ساخن. أيضا يمكن استخدام سخان كهربي بالإضافة إلى إمكانية استخدام السخان الغازي.

5- 1 التحكم في تسخين الهواء بملف به ماء ساخن Air heating by hot water coil control

كما بشكل (4- 9) تأتي إشارة التحكم من ترموستات الغرفة RT إلى ترموستات الحد الأعلى HLT ثم الصمام الثنائي. ستعمل إشارة التحكم على فتح الصمام ليمر الماء في حالة التسخين. عند تحقيق درجة الحرارة المطلوبة سيغلق الصمام (لاحظ أن الصمام ON لضمان مرور الماء عند فصل التحكم حتى لا يتجمد الماء في الأجواء الباردة) . و على ذلك فالتحكم ذو موضعين ON - OFF والتفاوت كبير. ويمكن استخدام الصمام الثلاثي حيث ستعمل إشارة التحكم على الفتح جزئيا أو الغلق جزئيا لتغيير معدل مرور الماء خلال الصمام إلى الملف تبعا لتغير درجة الحرارة ،حيث تمر كمية معينة من الماء خلال الملف NC والباقي يمر إلى الممر التجنيبي NC (عكس ملف التبريد راجع شكل 4- 4). وفي حالة تحقيق درجة الحرارة سيعمل التحكم على غلق فتحة الملف وفتح فتحة الإمرار كاملا ليمر جميع الماء من الجانبي. و على ذلك فالتحكم تناسبي والتفاوت صغير.

5- 2 التحكم في تسخين الهواء بملف به بخار ماء .

في حالة استخدام بخار الماء سيستعمل الصمام الثنائي لإمرار بخار الماء، ويجب أن تكون هناك مصيدة بخار بمخرج الملف، لا تسمح إلا بالمتكاثف من بخار الماء بالعودة من الملف للاستفادة من الحرارة الكامنة لتكثيف بخار الماء. ويمكن الحصول على بخار الماء من غلاية. ويستخدم هذا النوع للوحدات ذات السعات العالية.



شكل (4- 9) التحكم في تسخين الهواء بملف به ماء ساخن (صمام ثنائي)

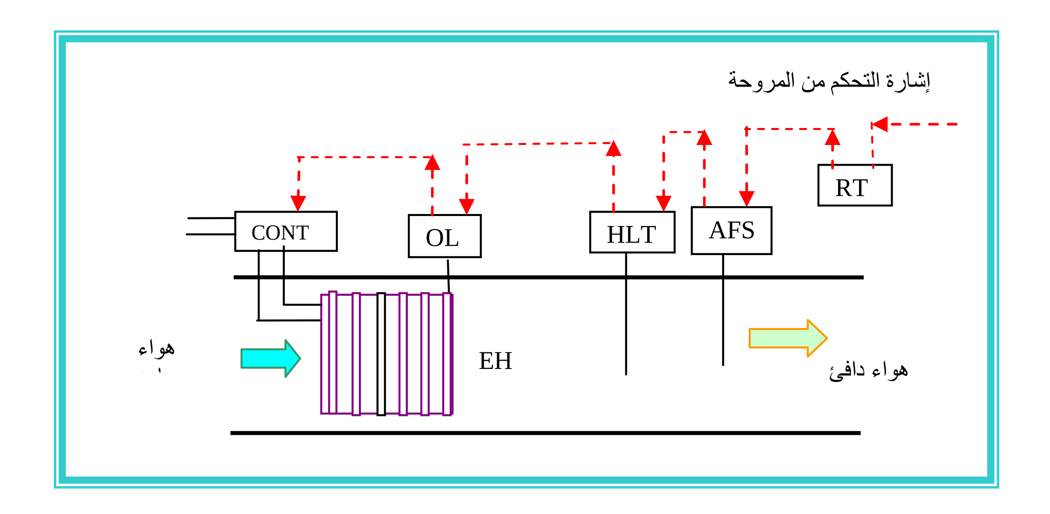
5- 3 التحكم في تسخين الهواء بملف به مائع تبريد ساخن Air heating by hot refrigerant

في هذه الحالة سيستخدم مكثف وحدة التبريد لتسخين الهواء ويعمل بنفس طريقة التحكم في حالة التبريد شكل (4- 5) إلا أن الملف للتسخين هو المكثف لوحدة التبريد.

5 4 التحكم في تسخين الهواء بسخان كهربي Air heating by electric heater

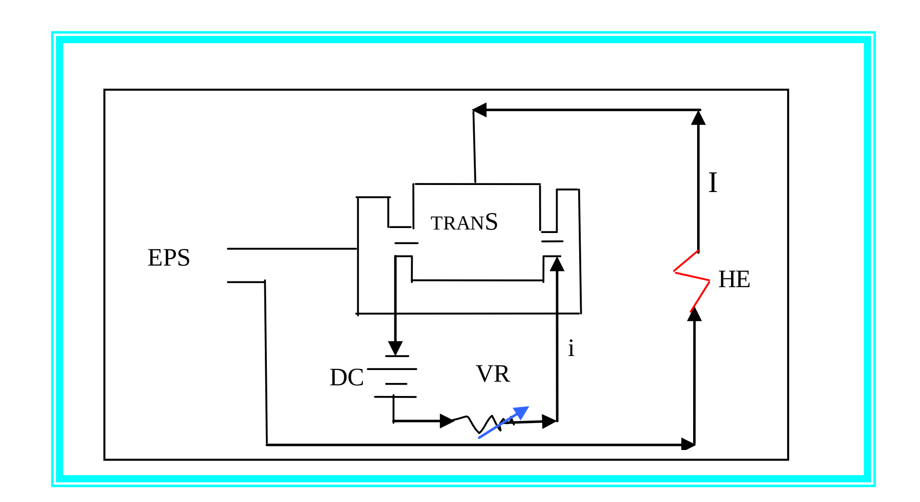
عندما يستخدم سخان كهربي للتدفئة يجب مراعاة الحماية من توهج السخان. ولذلك تستخدم وسائل حماية كمفتاح سريان الهواء وترموستات الحد الأعلى وفاصل التيار العالي. وكما بشكل (4- 10) تأتي الإشارة من المروحة إلى ترموستات الغرفة RT ثم مفتاح سريان الهواء AFS ثم الحد الأعلى لدرجة الحرارة HLT ثم فاصل التيار العالي OL إلى المرحل الكهربي Contactor ليستحث ويوصل دائرة القدرة للسخان EH لتدفئة الهواء.





شكل (4- 10) التحكم في تسخين الهواء بسخان كهربي ذي الوضعين

كما يمكن استخدام تحكم تناسبي كما بشكل (4- 11) حيث يعمل الترموستات على تعديل مقاومة المقاوم المتغير VR حسب تغير درجة الحرارة فتتغير قيمة التيار بدائرة التيار المستمر i ويعمل المحول Transformer على تعديل قيمة التيار بالسخان الكهربي I الخاص بالتدفئة مما ينتج عنه تغيير الطاقة الكهربية المستخدمة في التسخين تناسبيا. وتوجد عدة وسائل أخرى للتحكم التناسبي في تسخين الهواء بالمواقع والمراجع.



شكل (4- 11) التحكم في تسخين الهواء بسخان كهربي تناسبيا

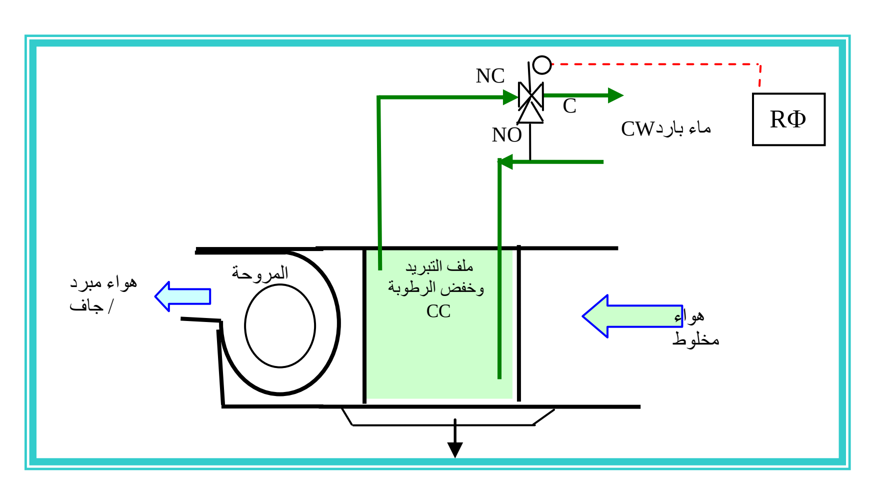
6- التحكم في رطوبة الهواء Air humidity control

يتحكم في رطوبة الهواء إما بالخفض للأماكن الرطبة أو بالزيادة للأماكن الجافة.

6- 1 التحكم في خفض (إزالة) رطوبة الهواء Air dehumidification control

يستخدم انخفاض درجة الحرارة أقل من نقطة الندى لبخار الماء بالهواء الداخل كدالة في خفض الرطوبة (راجع خريطة خواص الهواء الرطب) حالة استخدام ملف التبريد لخفض الرطوبة لحدود معينة. كما يمكن استخدام المواد الكيماوية لخفض الرطوبة لمستويات أقل.

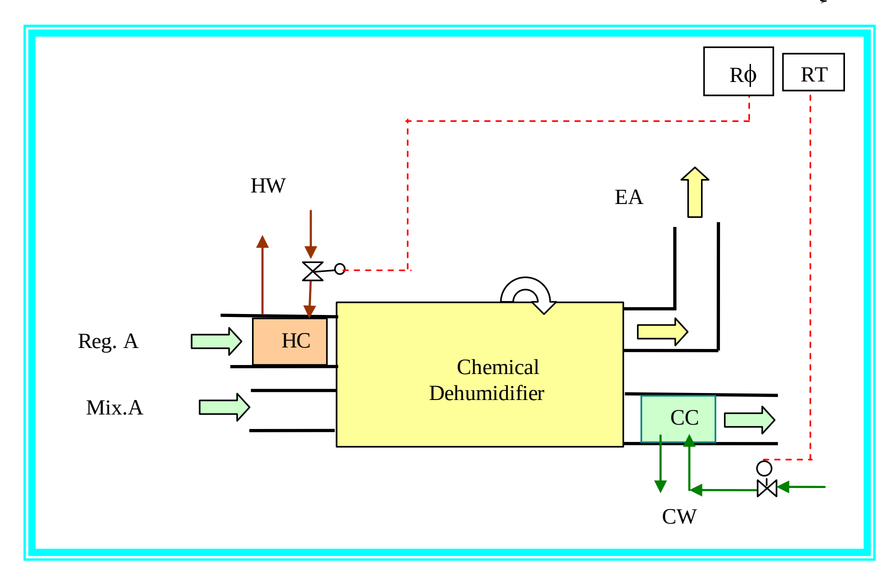
- كما بشكل (4- 12) يمكن استخدام ملف تبريد كما في تبريد الهواء على أن يتحكم فيه هيمدستات (حاكم الرطوبة) بدلا من الترموستات . أيضا يستخدم ملف تبريد يمر به وسيط تبريد لهذا الغرض.



شكل (4- 12) التحكم في خفض رطوبة الهواء بملف تبريد

- تستخدام المواد الكيماوية لامتصاص أو امتزاز الرطوبة من الهواء لخفض رطوبته إلى حد كبير كما في مصانع الأدوية. وتستخدم المواد الكيماوية المازة chemical adsorption dehumidifier لخفض رطوبة الهواء لإمكانية إعادة استخدامها بعد تنشيطها Regeneration. ونظرا لتولد حرارة الامتزاز فيجب تبريد الهواء للحصول على الدرجة المطلوبة. كما بشكل (4- 13) يمر الهواء المخلوط على ماز الرطوبة الكيميائي chemical dehumidifire بالجزء السفلي فتمتز منه الرطوبة ويسخن. يعمل ترموستات الغرفة RT على تشغيل ملف التبريد cooling coil لإعادة تبريد الهواء للدرجة المطلوبة.

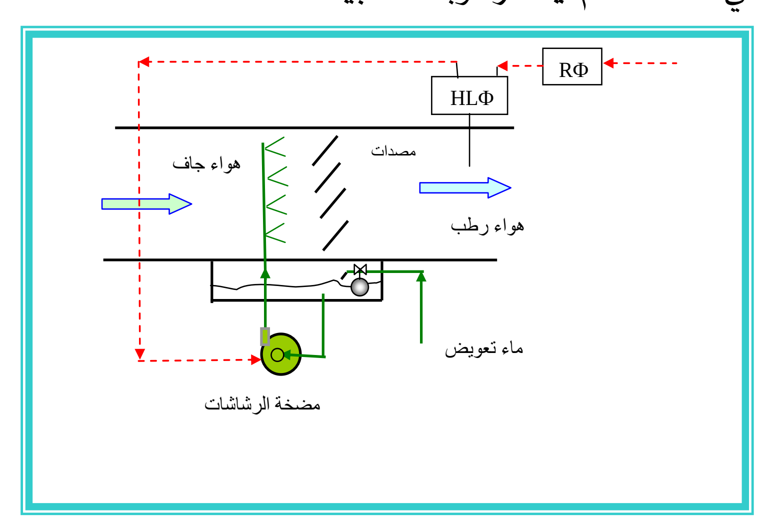
بدوران مزيل الرطوبة البطيء سيتحول الجزء المشبع بالرطوبة إلى أعلى، حيث يعمل هيمدستات الغرفة RΦ على تشغيل ملف التسخين heating coil لهواء إعادة التنشيط regeneration air على طرد الرطوبة إلى الهواء الخارجي مسببا إعادة تجفيف المادة الكيميائية لإعادة استخدامها.



شكل (4- 13) التحكم في خفض رطوبة الهواء بمادة كيميائية

6- 2 التحكم في زيادة (رفع) رطوبة الهواء Air humidification control

يستخدم الماء أو بخار الماء لزيادة رطوبة الهواء، في حالة استخدام الماء كما بشكل (4- 14) تستخدم رشاشات تعمل بتأثير هيمدستات الغرفة RΦ، ثم الحد الأعلى للرطوبة HLΦ للتحكم في المضخة (أو صمام مغناطيسي) للتحكم في الرطوبة النسبية.



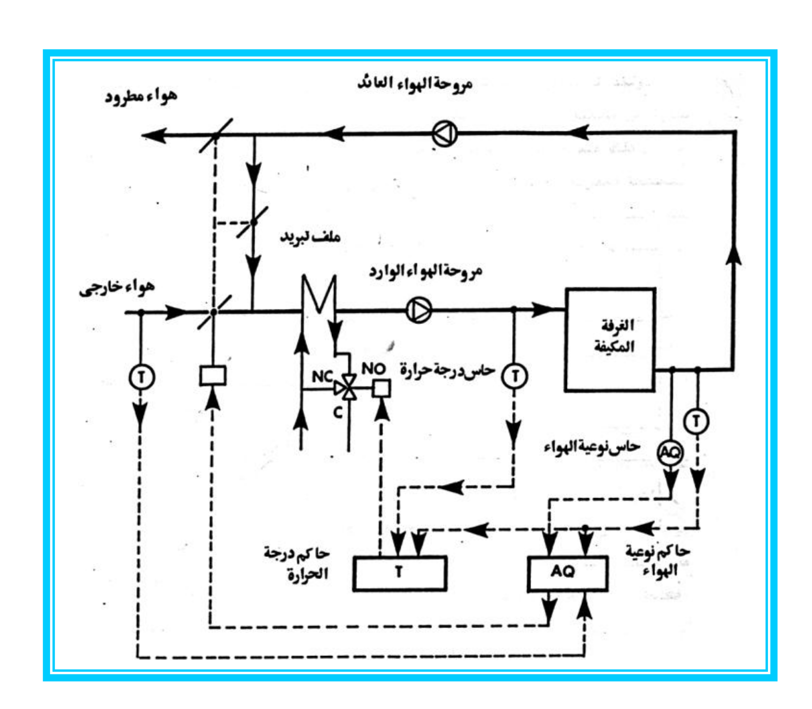
شكل (4- 14) التحكم في ترطيب الهواء برش الماء

في حالة استخدام بخار الماء سيستخدم سخان لتبخير الماء، ويتحكم في معدل البخار بمعدل التيار المسحوب بالسخان، وستكون الإشارة من المروحة ثم هيمدستات الغرفة ثم هيمدستات الحد الأعلى ثم مفتاح سريان الهواء ،ثم نظام التحكم في مستوى الماء بحوض السخان ثم مرحل السخان.

7- التحكم في نوعية الهواء Air quality control

يستخدم حاكم نوعية الهواء للتحكم في بوابات الهواء الخارجي، والراجع والتهوية ،لتجديد الهواء للمحافظة على درجة نقاوة مقبولة، على أن حاكم نوعية الهواء لابد أن يأخذ في الاعتبار توفير الطاقة بعناصر وحدة مناولة الهواء من ملف تبريد أو تسخين وغيرها. وشكل (4- 15) يمثل نظاما بسيطا لهذا النوع من التحكم ويعمل كما يلي:

- سيتلقى حاكم درجة الحرارة T من حواسه قبل وبعد الغرفة المكيفة ويقارنهما بنقطة ضبطه ويرسل إشارة للصمام الثلاثي لتغيير معدل الماء البارد بملف التبريد.
- سيتلقى حاكم نوعية الهواء AQ إشارة حاسه وإشارة حاس الترموستات من الخارج من المكان المكيف، بالإضافة إلى إشارة الترموستات من الهواء الخارجي،ويقارنها بنقطة ضبطه ،ويعطي إشارة لمحرك البوابات (الخوانق) لتحديد الفتحة المثلى للبوابات لتجديد الهواء وفي نفس الوقت عدم تحميل ملف التبريد.



شكل (4- 15) التحكم في نوعية الهواء

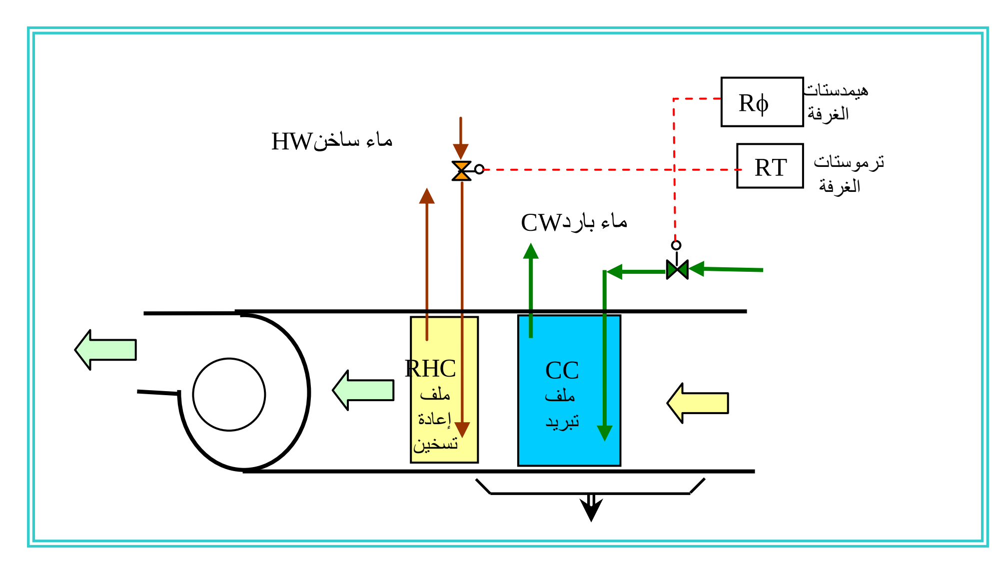
ثانيا: التحكم في الأنظمة المتكاملة للتكييف Complete A/C systems control

فيما سبق كان التحكم في العناصر الاولية لتكييف الهواء. وفيما يلي التحكم في الأنظمة المتكاملة للتكييف والتي تشمل مجموعة من العناصر الأولية في معظم الأحيان.

1 - نظام التحكم للتكييف لجو حار رطب

Hot and humidit climate A/C control

يمثل شكل (4- 16) نظاما للتحكم لجو حار رطب (كجو جدة أو الدمام) وفيه يلزم خفض درجة الحرارة وخفض الرطوبة معا. ونظراً لاحتمال انخفاض درجة الحرارة الخارجة من ملف التبريد أكثر من اللازم نتيجة خفض الرطوبة فيمكن الاستعانة بملف إعادة التسخين لهواء الإمداد لإعادة ضبط درجة حرارته.

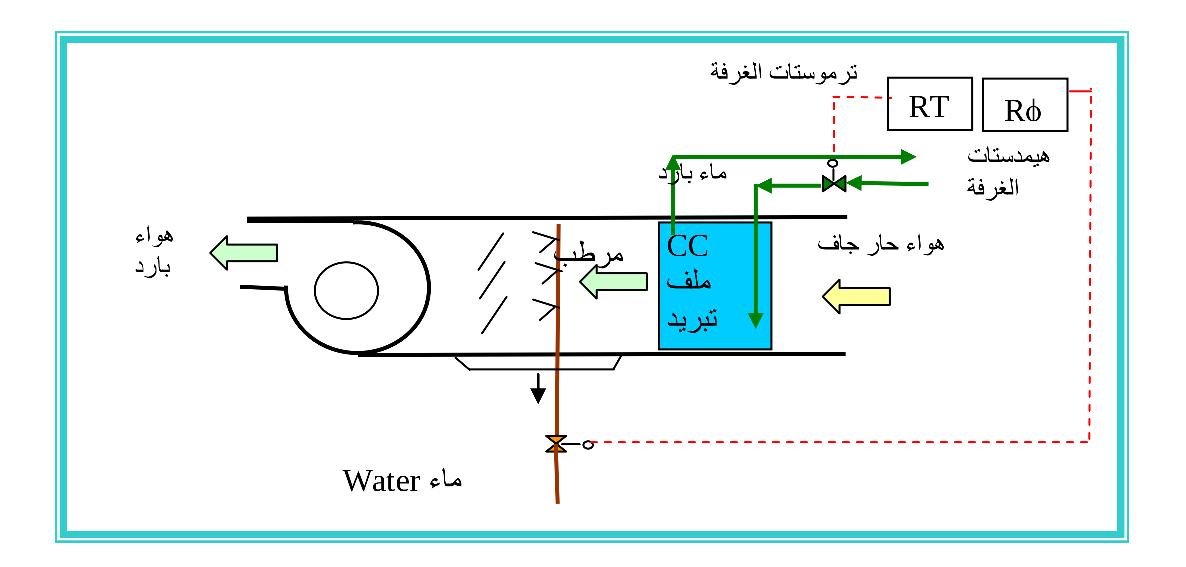


شكل (4- 16) تحكم لنظام تكييف لجو حار رطب

2 - نظام التحكم للتكييف لجو حار جاف

Hot and dry climate A/C control

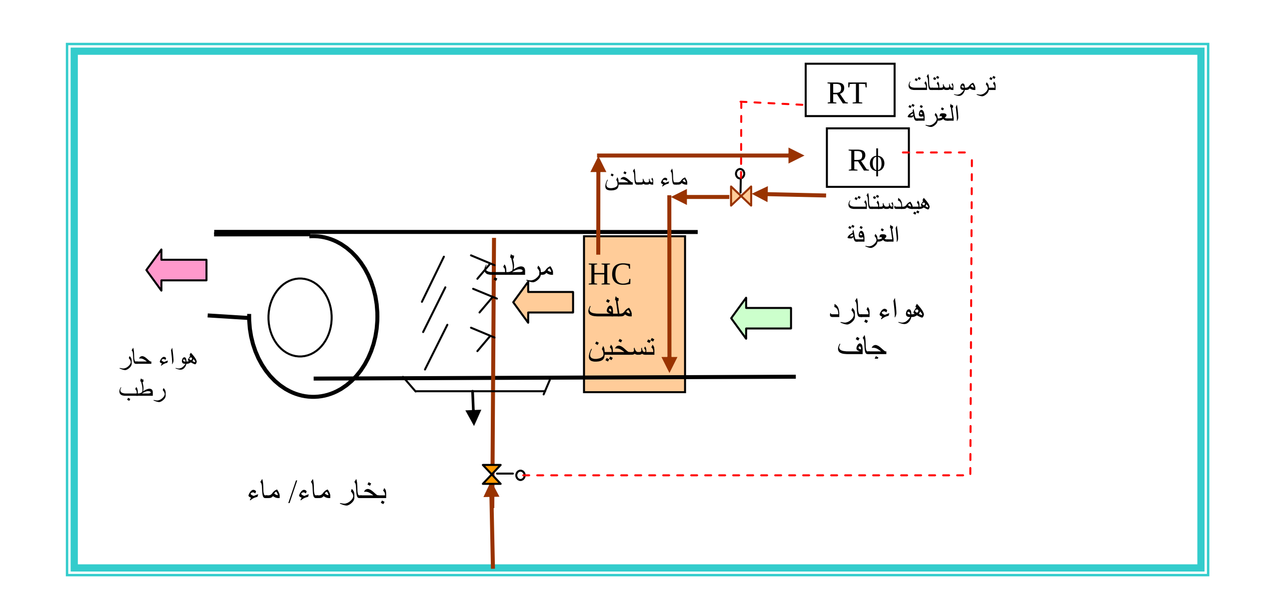
يمثل شكل (4- 17) نظاما للتحكم لجو حار جاف (كجو مكة) وفيه يلزم خفض درجة الحرارة وزيادة الرطوبة. وعليه يجب استخدام ملف تبريد ومرطب بالرشاشات.



شكل (4- 17) نظام للتحكم لجو حار جاف

3. نظام التحكم للتكييف لجو بارد Cold climate A/C control

للجو البارد يمكن تدفئة الهواء مع ترطيبه للحصول على الراحة الحرارية للأشخاص. وشكل (4-18) يمثل أحد الأنظمة للتحكم هذا.



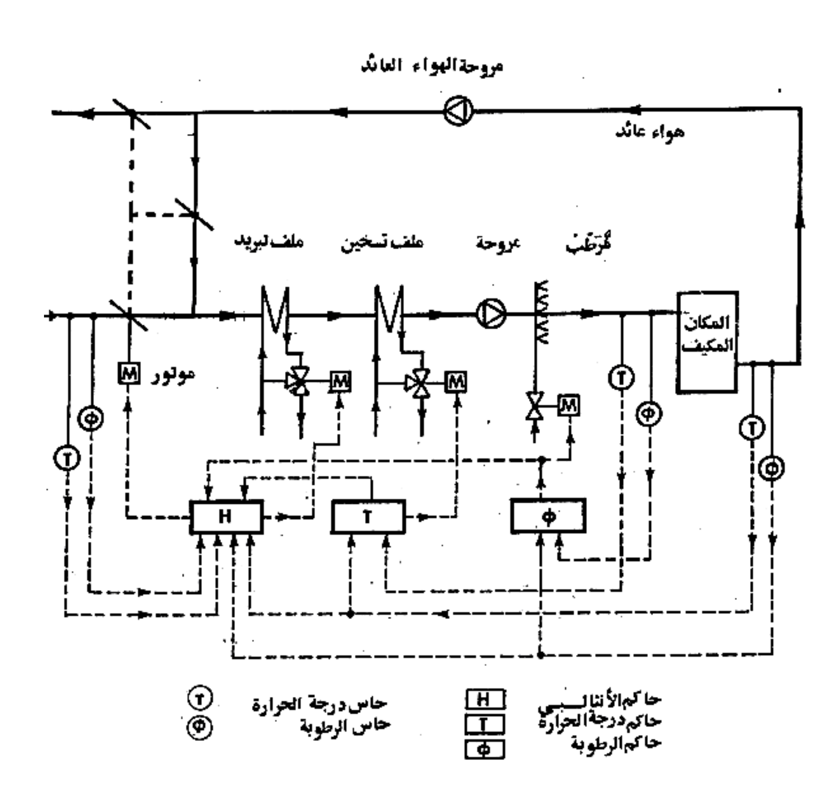
شكل (4- 18) نظام تحكم لجو بارد

4. التحكم لنظام تكييف على مدار العام All year A/C control

لنظام تكييف الهواء على مدار العام سيعمل النظام عموما على توفير الطاقة بخلط الهواء وتشغيل ملف التبريد صيفا لخفض درجة الحرارة وخفض الرطوبة للأجواء الرطبة مع إعادة التسخين إذا لزم الأمر. وتشغيل ملف التسخين شتاء لرفع درجة الحرارة والمرطب لزيادة الرطوبة النسبية.ومن حسابات الحمل الحراري للمكان المكيف والظروف الخارجية وتحديد الإجراءات على خريطة خواص الهواء الرطب يمكن اختيار العناصر التي ستنفذ الإجراءات كما سبق ثم تحديد متطلبات ونظام التحكم . وفيما يلي بعض نظم التحكم على مدار العام.

4. 1 التحكم بوحدة مناولة هواء تعمل لخدمة منطقة واحدة

شكل (4- 19) يمثل نموذجا لأحد أنواع التحكم أحادى المنطقة للتحكم في درجة الحرارة والرطوبة (الإنثالبي) خلال العام.



شكل (4- 19) التحكم لمنطقة واحدة لنظام تكييف على مدار العام لضبط درجة الحرارة والرطوبة (الإنثالبي)

- **وظائف حاكمات درجة الحرارة والمرطب والإنثلبي**

لهذا النظام سيعمل T على تشغيل ملف التسخين مباشرة عند الحاجة ،ويعمل على إرسال إشارة لـ H لتشغيل ملف التبريد ، ويعمل Φ على تشغيل المرطب عند الحاجة مباشرة ويرسل إشارة لـ H لتشغيل ملف التبريد ،ويعمل H على مقارنة إشارات حواسه مع إشارات T و Φ لتشغيل البوابات وضبطها ثم تشغيل ملف التبريد.

- **حالة الصيف لمنطقة حارة رطبة**

1. سيمر الهواء من بوابة الهواء الخارجي فيعطي الحاس T إشارة إلى حاكمه T بحالة درجة الحرارة المرتفعة كما يعطي الحاس Φ إشارة إلى حاكمه Φ بحالة رطوبته المرتفعة. يعمل الحاكم T على عدم تشغيل ملف التسخين وإعطاء إشارة لـ H لتشغيل ملف التبريد لخفض درجة الحرارة . كما يعمل Φ على عدم تشغيل المرطب لارتفاع الرطوبة وإعطاء إشارة لـ H لتشغيل ملف التبريد لخفض الرطوبة، وعند وصول الهواء إلى مخرج المكان يعطي الحاسان T و Φ إشارتين إلى H بحالة الهواء.،عندئذ سيعمل H على ضبط الخوانق للحصول على أفضل خلط وذلك بغلق البوابات للهواء الخارجي والتهوية للحد الأدنى لعدم تحميل عناصر وحدة مناولة الهواء وفتح البوابات للهواء الراجع بشكل كامل لتوفير الطاقة. ثم يقوم H بتشغيل ملف التبريد.
2. عند وصول درجة الحرارة وعدم وصول الرطوبة، سيعمل T على طلب إيقاف ملف التبريد من H ، ولكن سيظل ملف التبريد يعمل تبعا لإشارة Φ. أما T سيعمل على تشغيل ملف التسخين لإعادة ضبط درجة الحرارة.

- **حالة الشتاء لمنطقة حارة رطبة**

سيمر الهواء من بوابة الهواء الخارجي فيعطي الحاس T إشارة إلى حاكمه T بحالة درجة الحرارة المنخفضة ،كما يعطي الحاس Φ إشارة إلى حاكمه Φ بحالة رطوبته المنخفضة.

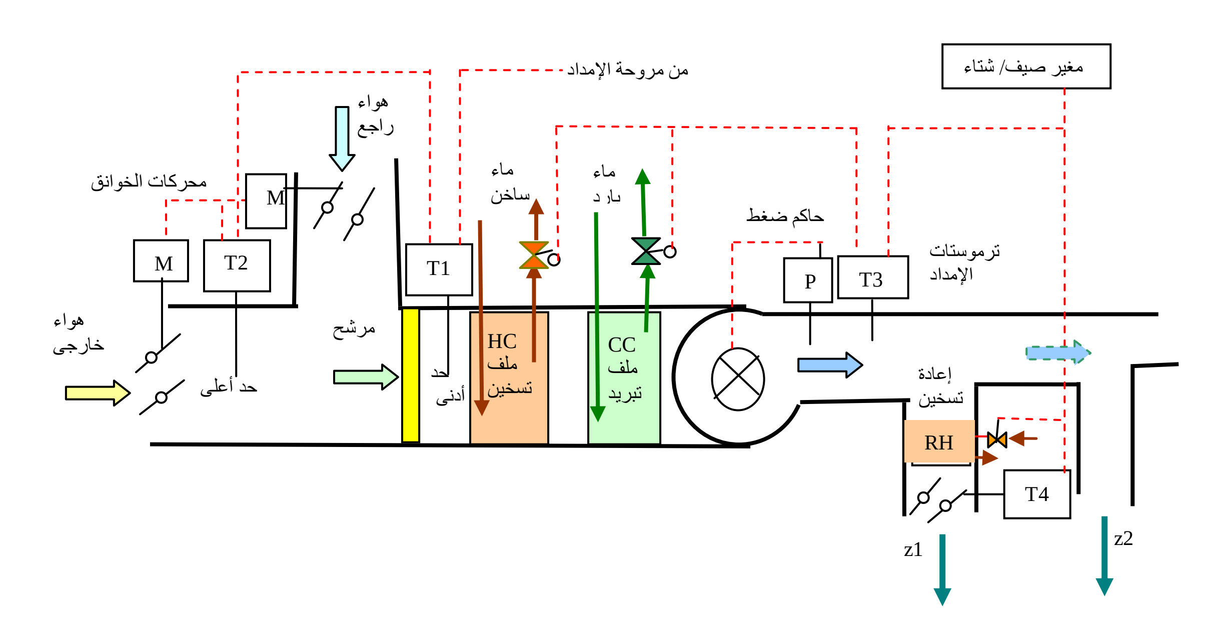
فيعمل الحاكم T على تشغيل ملف التسخين لرفع درجة الحرارة وإعطاء إشارة لـ H لإيقاف ملف التبريد، كما يعمل Φ على تشغيل المرطب لرفع الرطوبة وإعطاء إشارة لـ H لعدم تشغيل ملف التبريد، وعند وصول الهواء إلى مخرج المكان فيعطي الحاسان T و Φ إشارتين إلى H بحالة الهواء،عندئذ سيعمل H على ضبط الخوانق للحصول على أفضل خلط وذلك بغلق البوابات للهواء الخارجي والتهوية للحد الأدنى ،لعدم تحميل عناصر وحدة مناولة الهواء وفتح البوابات للهواء الراجع بشكل كامل لتوفير الطاقة. ثم يقوم H بإيقاف ملف التبريد.



- عند وصول درجة الحرارة للحد المطلوب، سيعمل T على إيقاف ملف التسخين. وعند وصول الرطوبة للحد المطلوب، سيعمل Φ على إيقاف المرطب.
- عند تحسن الجو سيعمل H على إعادة ضبط الخوانق للاستفادة من الجو المحسن.

4- 2 التحكم بوحدة مناولة هواء تعمل لخدمة مناطق متعددة

شكل (4- 20) يمثل نموذجا لأحد أنواع التحكم لمناطق متعددة لضبط درجة الحرارة. لهذا النظام سيحدد ضبط ترموستات صيف / شتاء الاختيار المطلوب Change over . عند اختيار وضع صيف Summer سيمر الهواء خلال البوابات فيعمل ترموستات الحد الأعلىHigh limit T2 من خلال T1 الحد الأدنى Low limitعلى ضبط الخوانق بغلق البوابات للهواء الخارجي Outdoor air والتهوية Relief air للحد الأدنى لعدم تحميل ملف التبريد Cooling coil وفتح البوابات للهواء الراجع Return air بشكل كامل. وعند مرور الهواء المخلوط على ترموستات الإمداد T3 discharge air ستأتيه الإشارة من مفتاح وضع الصيف وتمر منه إلى ملف التبريد لخفض درجة الحرارة. أيضا سيمر الهواء إلى كل منطقة فيعمل ترموستات المنطقة Room T4 summer- Winter change over على ضبط البوابات الخاصة بكل منطقة ثم تشغيل سخانه Reheat coil إذا لزم الأمر.



شكل (4- 20) التحكم لنظام تكييف على مدار العام لضبط درجة الحرارة (متعدد المناطق)

- عند اختيار وضع شتاء Winter سيمر الهواء خلال البوابات فيعمل ترموستات الحد الأدنى T1 من خلال T2 الحد الأعلى على ضبط الخوانق بغلق البوابات للهواء الخارجي والتهوية للحد الأدنى لعدم تحميل ملف التسخين وفتح البوابات للهواء الراجع بشكل كاملk وعند مرور الهواء المخلوط على T3 ستأتيه الإشارة من مفتاح وضع الشتاء وتمر منه إلى ملف التسخين Heating coilلرفع درجة الحرارةk أيضا سيمر الهواء إلى كل منطقة فيعمل T4 على ضبط البوابات الخاصة بكل منطقة ثم تشغيل سخانه إذا لزم الأمر.
- في حالة تحسن الجو سيمر الهواء خلال البوابات ،فيعمل ترموستات الحد الأدنى T1 و T2 الحد الأعلى على ضبط الخوانق بفتح البوابات للهواء الخارجي، والتهوية للحد الأقصى وغلق البوابات للهواء الراجع بشكل كامل للاستفادة من الجو المحسن، وعند مرور الهواء المخلوط على T3 ستأتيه الإشارة من مفتاح صيف - شتاء وتمر منه إشارة لغلق الملفات لعدم الحاجة إليها، أيضا سيمر الهواء إلى كل منطقة فيعمل T4 على ضبط البوابات الخاصة بكل منطقة مع إيقاف سخانه لعدم الحاجة إليه.
- في حالة غلق إحدى المناطق سيزيد الضغط فيعمل حاكم الضغط Pressure controller على ضبط سرعة المروحة Supply fan.
- سيعمل فاصل الحريق FS بالهواء الراجع على فصل مرحل مروحة الإمداد Supply fan starter ومروحة الراجع إذا حدث حريق لا سمح الله.

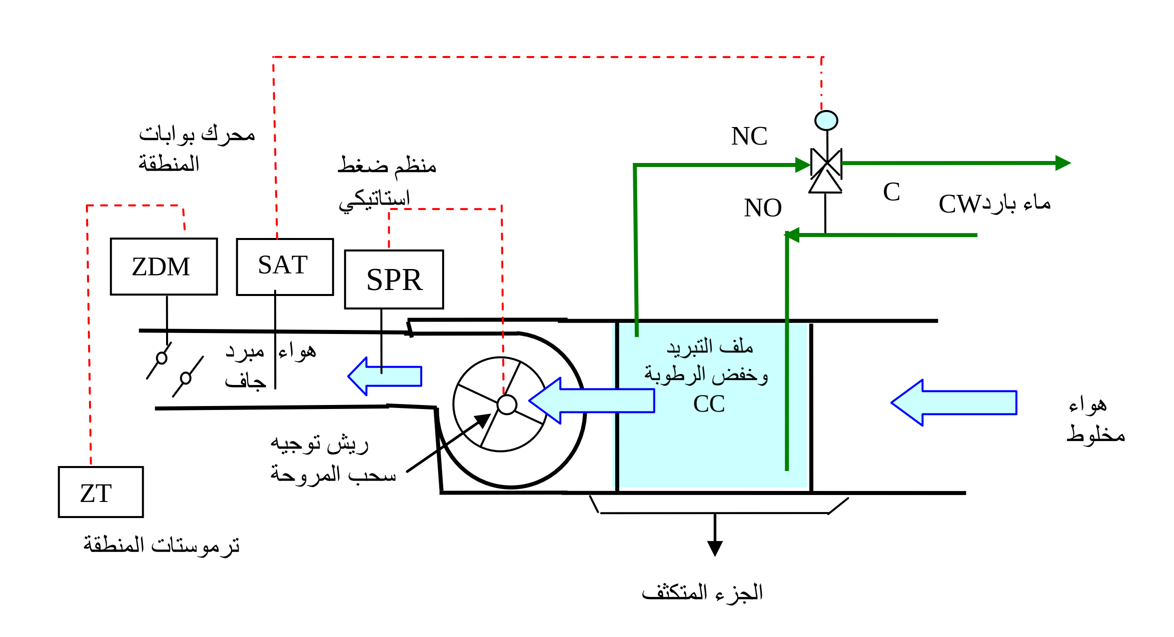
4- 3 التحكم بوحدة مناولة هواء تعمل بنظام الهواء متغير الحجم

Variable Air Volume (VAV) control

في هذا النظام تكون درجة الحرارة لهواء الإمداد ثابتة ويعمل حجم الهواء المتغير على ضبط حالة الهواء داخل المنطقة.

كما بشكل (4- 21) يحافظ ترموستات هواء الإمداد Supply Air Thermostat (SAT) على درجة حرارة الهواء ثابتة بتغيير معدل الماء المار بملف التبريد، ويعمل ترموستات المنطقة (Zoon ZT Thermostat) على التحكم في محرك بوابات المنطقة (Zoon Damper Motor (ZDM لتغيير حجم الهواء الداخل للمنطقة حسب حالة الهواء المطلوبة بها.

إذا تغير الضغط الاستاتيكي بمسلك الهواء تبعا لغلق البوابات أكثر من اللازم سيعمل منظم الضغط الاستاتيكي بمسلك الهواء على إعادة ضبط ريش التوجيه لسحب المروحة.



شكل (4- 21) التحكم بوحدة مناولة هواء تعمل بنظام الهواء متغير الحجم VAV

تمارين

1. مع الرسم اشرح التحكم في خلط الهواء للحصول على أفضل درجة حرارة ورطوبة نسبية (إنثالبي).
2. مع الرسم اشرح التحكم في تسخين الهواء بمائع تبريد ساخن.
3. للتحكم في خفض الرطوبة بمادة كيميائية مازة، ارسم الإجراءات على خريطة خواص الهواء الرطب واشرحها.
4. اشرح نظام التحكم لضبط درجة الحرارة والرطوبة (الإنثالبي) لمنطقة حارة جافة لمنطقة واحدة ، وارسم الإجراءات على الخريطة السيكرومترية.
5. اشرح التحكم بوحدة مناولة هواء تعمل لضبط درجة الحرارة لعدة مناطق.

الوحدة الخامسة

نظم إدارة الطاقة والتحكم الرقمي المباشر



الهدف العام:

يتعرف المتدرب على نظام التحكم الرقمي المباشر DDC ومكوناته و برمجته في مجال التبريد وتكييف الهواء ،وفي إدارة الطاقة بالمباني.

الأهداف التفصيلية :

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

- التعرف على نظم إدارة الطاقة في مجال التبريد وتكييف الهواء وفي إدارة المباني
- التعرف على مميزات نظام التحكم الرقمي المباشر DDC ومكوناته وطرق برمجته والتأكد من صلاحية برمجته.
- استخدام نظام التحكم الرقمي المباشر لبرمجة التحكم في أنظمة التبريد و تكييف الهواء (نموذج الوحدات الصغيرة و مبردات المياه).
- استخدام برنامج إدارة الطاقة في المباني.

الوقت المتوقع للتدريب

4 ساعات



الوحدة الخامسة

نظم إدارة الطاقة والتحكم الرقمي المباشر

Energy Management Systems and Direct Digital Control

أولا : مبادئ نظم إدارة الطاقة Energy Management principles

إن استهلاك الطاقة ما يزال في الارتفاع مع تزايد الحاجة للطاقة في جميع القطاعات الصناعية والتجارية والنقل والمباني. مصادر الطاقة تتمثل أساسا في الموارد البترولية السائلة والغازية والفحم وكمياتها محدودة وغير كافية لسد الحاجة المتزايدة، إن استعمال المواد البترولية والفحم وحرقها يتسبب في إنتاج وبث كميات هائلة من الغازات الملوثة في الجو أهمها ثاني أكسيد الكربون الذي يكثف من مفعول الانحباس الحراري Green house effect مما يهدد بعدم التوازن الحراري للأرض وما يتبع ذلك من ارتفاع في معدل درجة الحرارة وتقلبات مناخية ،وارتفاع مستوى مياه البحر. من واجبنا إذا البحث عن مصادر أخرى للطاقة والحرص عن البحث عن مصادر أخرى للطاقة النقية منها، وذلك للمحافظة على البيئة وعلى جزء من مخزون الطاقة العالمي لأجيال المستقبل.

أ - البحث عن مصادر أخرى للطاقة

في هذا الإطار ونتيجة محدودية المواد البترولية سعت عدة بلدان إلى تطوير موارد ثانية مساعدة ،أهمها الطاقة الذرية والطاقات الجديدة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الجوفية وطاقة أمواج البحار، إن الاعتماد على الطاقة الذرية يبقى مرتبطا بمخاطر الأشعة النووية ،وصعوبة التخلص من النفايات مما يتطلب إجراءات أمن وسلامة مشددة وتكنولوجيا عالية، أما الطاقات الجديدة والمتجددة فرغم أنها تمثل الحل النظيف بدون أي تأثير سلبي على البيئة إلا أن استعمالها يبقى محدودا إلى بعض التطبيقات وتكلفتها لا زالت مرتفعة وغير منافسة.

ب - التحكم والمحافظة على الطاقة Control and energy conservation

قبل اللجوء إلى مصادر أخرى للطاقة قد تكون مكلفة وصعبة الإنجاز يجب أولا مراجعة طريقة استعمال الطاقة في جميع القطاعات الصناعية والتجارية والنقل والمواصلات والمباني، ووضع استراتيجية لإدارة الطاقة واستعمالها بطريقة رشيدة. هذه العملية تمكن من المحافظة على كميات هائلة من الطاقة وغالبا ما تكون بدون تكلفة عالية.



قطاع المباني أصبح من أبرز القطاعات المستهلكة للطاقة لا سيما في المناطق ذات المناخ غير المعتدل. إضافة إلى الإضاءة صار التسخين والتهوية وتكييف الهواء من الضروريات في جميع المباني سواء السكنية منها أو الإدارية أو ذات الاستعمال التجاري أو الصناعي، وذلك لتوفير ظروف الراحة القصوى وتحسين الإنتاجية.

فيما يلي سنتعرف على استراتيجيات إدارة الطاقة في المباني وخاصة في مجال التسخين والتهوية وتكييف الهواء والنظم التي يمكن الاعتماد عليها لتنفيذ تلك الاستراتيجيات.

ج -استراتيجيات إدارة الطاقة في أنظمة التبريد و تكييف الهواء Energy management stratigy

نجاح أي برنامج في إدارة الطاقة يعتمد على منفعة و قناعة ومساندة ومشاركة جميع المتداخلين، أولهم مالك المبنى ثم مستعملوه وخاصة أصحاب القرار منهم وبقية الأطراف المزودة للخدمات مثل الفنيين والمشرفين على استغلال المبنى وصيانته ،و شركات تزويد الطاقة و شركات الصيانة. بعد ذلك يجب تكوين فريق إدارة حفظ الطاقة للإشراف على دراسة المبنى ووضع الأهداف ثم الاستراتيجيات التي يجب اتباعها لتحقيق ذلك ،و أخيرا السهر على تنفيذها ومتابعتها وتقييمها من جديد للتحسين.

ومن مهام فريق إدارة الطاقة ما يلي:

- وضع برنامج محافظة على الطاقة بأهداف واضحة.
- حصر نقاط استعمال الطاقة وسط المبنى وتقييمها واستنتاج الإجراءات التي يمكن اتخاذها وتنفيذها للحد من الاستهلاك المفرط للطاقة، ومجموع هذه العمليات يعرف ب Energy audit أي ترشيد الطاقة وهناك مكاتب دراسات متخصصة في هذا المجال يمكن الاستعانة بخدماتها .
- معرفة أنواع الطاقة المتوفرة والممكن استعمالها بأقل تكلفة.
- اختيار المنظومات المناسبة لتسخين وتهوية وتكييف هواء المبنى وتجهيزها بوسائل تحكم تسمح بملاءمة أداء المنظومة مع الحاجيات الحرارية المتغيرة للحيز، ويمكن أيضا الاستعانة بمكاتب دراسات متخصصة في هذا المجال.
- اختيار الاقتراحات ذات الجدوى الاقتصادية والبحث عن تمويلها وتنفيذها حسب الأولوية وتقييمها.

د -نظم إدارة الطاقة بالمباني Building Management Systems (BMS)

استعمال الطاقة في تكييف الهواء و التسخين

الهدف من تكييف الهواء هو التحكم في درجة الحرارة ومستوى الرطوبة و نقاوة هواء الحيز المراد تكييفه ،وذلك لتوفير الراحة لمستعملي المكان أو لتوفير ظروف العمل الملائمة لعملية صناعية معينة. ومن المعروف أن الأحمال الحرارية ناتجة عن : انتقال الحرارة خلال الحوائط والأسقف والأرضيات والأبواب والنوافذ ، تسرب الهواء خلال الفتحات حول النوافذ والأبواب، التهوية ، الأشخاص ، الأجهزة ، الإضاءة وعدم كفاءة مكونات المنظومات المستعملة.

إجراءات المحافظة على الطاقة Energy Conservation Opportunities (ECOs)

بعد حساب ومعرفة الأحمال يمكن تقييمها والنظر في إمكانية تقليصها واقتراح الحلول الممكنة لذلك مع دراسة اقتصادية تبين تكاليف التنفيذ والتوفير السنوي ومدة استرجاع التكاليف لكل اقتراح. تقع دراسة تلك المقترحات التي تسمى أيضا "فرص المحافظة على الطاقة" أو Energy Conservation Opportunities (ECOs). ثم يقع اختيار ما يمكن تنفيذه بحيث يكون ذا جدوى اقتصادية. يمكن البحث عن التمويل لإنجاز تلك المقترحات عبر المؤسسات الحكومية المكلفة بإدارة الطاقة والتي تعطي عدة امتيازات مالية وتشجيعية.

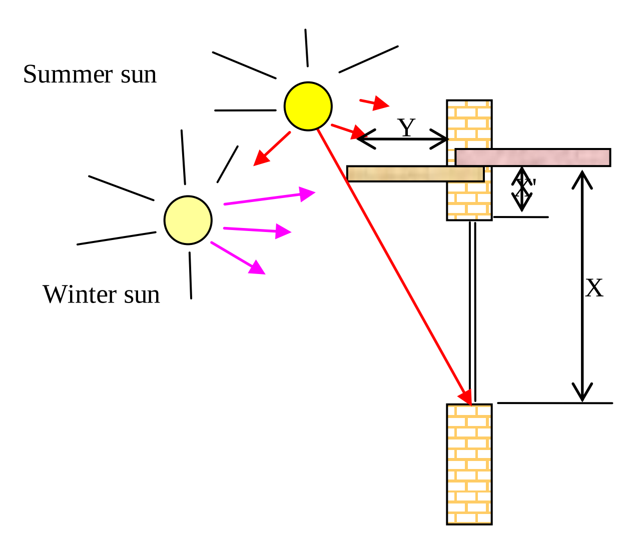
يمكن تقسيم فرص المحافظة على الطاقة إلى مجموعتين، الأولى تهتم بالمباني القديمة حيث لا يمكن سوى إنجاز بعض التحسينات ولا يمكن تغيير شكل المبنى ولا اتجاهه ولا مواد بنائه . أما الثانية فهي تخص المباني الجديدة حيث يمكن تنفيذ بعض الإجراءات الوقائية عند البناء وقبل فوات الاوان وتختلف تلك الفرص حسب الموسم أي الصيف أو الشتاء.

1. إجراءات المحافظة على الطاقة خلال فصل الصيف

Summer energy management

فيما يلي الإجراءات التي يمكن اتخاذها للمحافظة على الطاقة في مجال تكييف الهواء.

- عدم الإفراط في التبريد وإزالة الرطوبة والرفع في مستوى درجة الحرارة والرطوبة المطلوبة.
- التخفيض من كميات التهوية إلى الحد الأدنى مع المحافظة على نقاوة الهواء.
- التخفيض من كميات الهواء المتسربة وغير المرغوب فيها.
- التخفيض من الحرارة الناتجة عن أشعة الشمس وذلك بـ:
  - استغلال وسائل التظليل الخارجية والداخلية مثل المظلات كما بشكل (5- 1) والأشجار والستائر.



شكل (5- 1) استغلال أشعة الشمس شتاء والحماية منها صيفا بالنسبة للنوافذ ذات الاتجاه الشرقى

- ○ استعمال غشاء عاكس (reflective film) لعكس أشعة الشمس.
- التخفيض من التبادل الحراري خلال الحوائط والسقف وذلك من خلال:
  - ○ استعمال العزل الحراري.
  - ○ اللجوء إلى وسائل التظليل مثل زراعة الأشجار المظللة أو استعمال الطوب(Bricks) المظلل.
- التخفيض من التبادل الحراري خلال السقف وذلك باستعمال العزل الحراري واختيار ألوان فاتحة تعكس أشعة الشمس.
- التخفيض من الأحمال الداخلية الناتجة عن الإضاءة والأجهزة وذلك من خلال:
  - ○ إغلاق الإضاءة غير الضرورية.
  - ○ تخفيف مستوى الإضاءة العام وإضافة إضاءة مركزة عند الحاجة فقط
  - ○ الاستفادة من الإنارة الطبيعية كلما أمكن.
  - ○ تعويض اللمبات المتوهجة Incandescent بلمبات فلوريسنت Fluorescent
  - ○ طرد الهواء الساخن مباشرة إلى الخارج (كما بالمطبخ).
  - ○ اختيار أجهزة ذات كفاءة عالية.
- الاعتماد على الهواء الخارجي للتبريد كلما سمحت درجة حرارته وذلك باستخدام وحدات ذات موفر Economizer.
- استعمال المكيف الصحراوي أو التبريد بالتبخير الأديباتيكي للمناطق الجافة.
- استعمال المجففات لإزالة الرطوبة من الهواء وتقليص الحمل الكامن.

- تجهيز المنظومات الحرارية بوسائل التحكم تسمح بتشغيلها عند الحاجة فقط.
- اللجوء إلى مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية كلما أمكن ذلك.
- الصيانة المنتظمة لمنظومات تكييف الهواء تمكن من المحافظة على سلامتها وعلى كفاءتها العالية ويطيل من عمرها. عمليات الصيانة تشمل أساسا ما يلي:
  - التأكد من سرعة سريان الموائع المستعملة.
  - تنظيف وصيانة ملفات التبريد وخطوط صرف الماء المتكاثف.
  - صيانة وحدات التبريد.
- تنظيف وصيانة المرشحات أو تغييرها.
- التأكد من سلامة منظومات التحكم وخاصة سلامة حواس وحاكمات درجات الحرارة والرطوبة.
- صيانة المراوح والمضخات

2. إجراءات المحافظة على الطاقة خلال فصل الشتاء

Winter energy management

لحسن الحظ فإن أغلبية الإجراءات التي تساهم في المحافظة على الطاقة في فصل الصيف ،تساهم أيضا في المحافظة على الطاقة في فصل الشتاء. الفرق الأساسي يتمثل في الحرارة الناجمة عن أشعة الشمس ، والحرارة التي ينتجها الأشخاص والأجهزة إذ أن كلاهما يضاف إلى المكان وبالتالي يتسببان في زيادة حمل تكييف الهواء ،بينما يخففان من حمل التسخين. وعليه فإجراءات المحافظة على الطاقة شتاء ،تماثل إلى حد كبير مثيلتها في الصيف بعد الأخذ في الاعتبار الملاحظة السابقة.

ثانيا : التحكم الرقمي المباشر Direct Digital Control

أ - مكونات ومزايا DDC

يستخدم المعالج Microprocessor في نظام التحكم الرقمي المباشر(Direct digital control) للربط بين الحاسات Sensors والأجهزة الموجهة actuators ، حيث يستلم إشارات الدخل Inputs من مجموعة حواسه المختلفة والمنتشرة بالمبنى (درجة الحرارة و الرطوبة و الضغط وثاني أكسيد الكربون و الإضاءة و الحريق والأمن وغيرها....) ويتعامل معها من حيث الترتيب والمقارنة ،حسب البرنامج المصمم يرسل إشارات الإخراج Outputs للتأثير على الأجهزة الموجهة للحصول على الحالة النهائية للمتغيرات المحكومة. وشكل (5- 2) يوضح إمكانية استخدام DDC في التحكم المركزي من خلال الحاسب الآلي Centralized computer control



شكل (5- 2) محاكي نظام تحكم مركزي من خلال الحاسب الآلي

ويمتاز DDC عن نظم التحكم التقليدية (الكهربي وضغط الهواء) بميزات منها :

1. الربط بين عدد هائل من نظم التحكم.
2. الدقة المتناهية.
3. شبه انعدام التخلف الزمني.
4. إمكانية تغيير حلقة التحكم بدون إعادة التوصيلات أو الأنابيب.

5. انخفاض الصيانة وإعادة ضبط العناصر والمعايرة إلى أدنى حد.
6. إمكانية العمل بكفاءة عالية عن بعد.

إن عناصر الدخل والإخراج يمكن أن تعطي

- إشارات دخل متغيرة دوما تبعا للمتغير المحكوم Analog Input (AI) ومن أمثلته ترموستات درجة الحرارة بالمكان أو الرطوبة وإشارات إخراج متغيرة (AO) وقيمها يمكن أن تكون بين 0-10 V و 4 - 20 mA أو 3 - 13 psi ومن أمثلته الصمام الثلاثي ومحرك الخوانق.

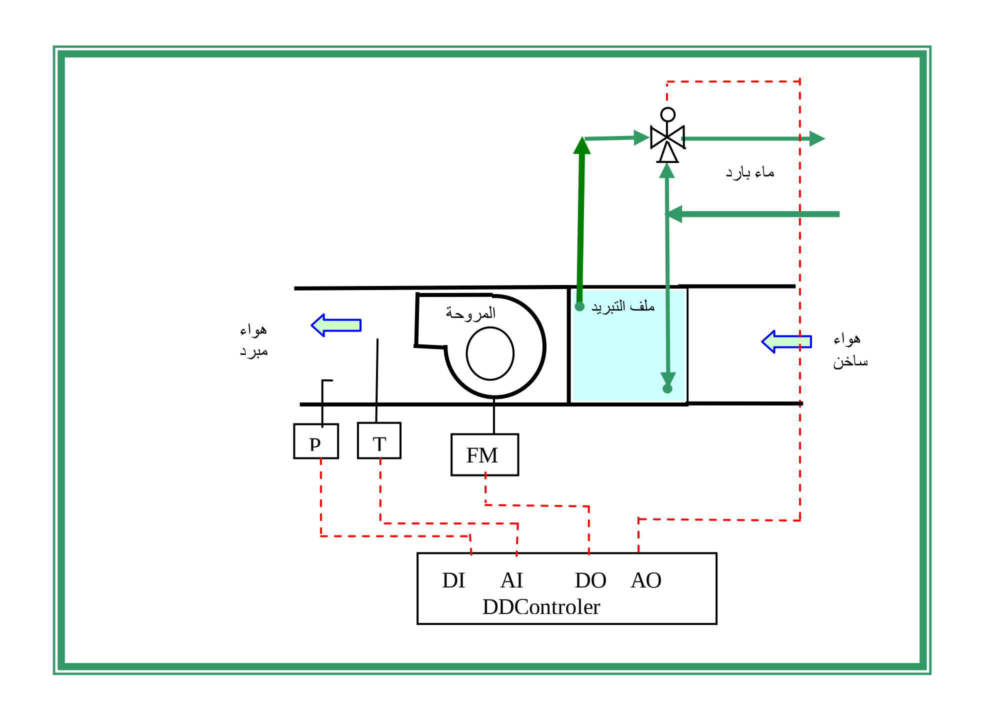
- إشارات دخل ذات موضعي تشغيل - إيقاف ذات قيمة صفر أو واحد (0 or 1) Digital Input(DI) ومن أمثلتها المفاتيح الكهربية وفواصل الحماية كفاصل درجة الحرارة المنخفضة وفاصل درجة الحرارة المرتفعة وإشارات إخراج ذات موضعين Digital Output (DO). ومن أمثلته إشارة التحكم لمرحل كهربي يعمل على تشغيل أو إيقاف مروحة هواء الإمداد.

ب -خطوات إنشاء التحكم الرقمي المباشر DDC establishment steps

أي مصمم لنظام التحكم الكهربي أو النيوماتي لمنظومة تكييف هواء يمكنه إنشاء نظام تحكم DDC با تباع خطوات منطقية قليلة:

- رسم تخطيطي لمنظومة تكييف الهواء المطلوب التحكم فيها شاملا جميع البوابات و ملفات التبريد وملفات التسخين والمرطبات و المراوح وأي عنصر مطلوب التحكم فيه تحتويه المنظومة.
- إضافة المشغلات للأجهزة المحكومة للبوابات و الصمامات و المرحلات وغيرها، ثم وضع الحساسات في الأماكن المطلوبة لتنفيذ متطلبات وتتابع التحكم، بعدها يتم وضع الحساسات الأخرى لإدارة الطاقة والأمن وغيرها.
- إدخال الحاكم أسفل تخطيطي المنظومة ومد الخطوط من جميع الحساسات والمشغلات للحاكم، تحديد جميع المداخل والمخارج إلى ومن الحاكم حسب وظيفتها DI, AI, DO, AO.
- تدوين قائمة بجميع النقاط الموصلة للحاكم تبعا لسعة الحاكم (الحد الأقصى للمداخل والمخارج) ويمكن استخدام حاكم ذي سعة أعلى عند الحاجة.

وكمثال لنظام DDC يحوي أربع نقاط تحكم لتبريد الهواء انظر شكل (5- 3)



شكل (5- 3) نظام تحكم رقمي أساسي لتبريد الهواء

وتتابع التحكم لهذا المثال كما يلي:

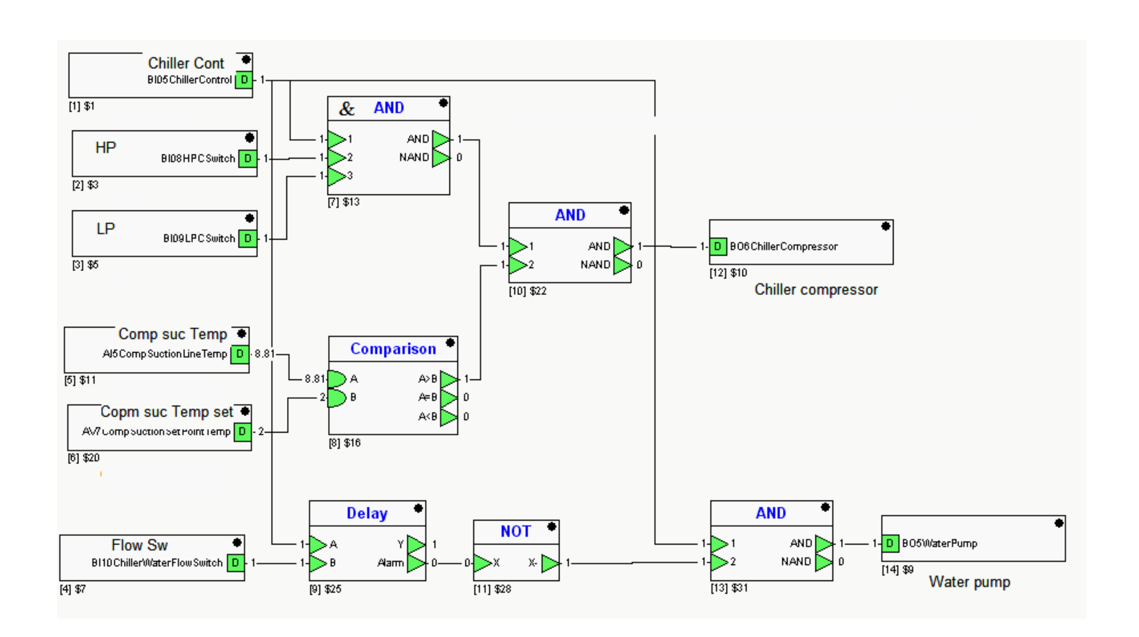
- يعمل الحاكم DDC Controller على إرسال إشارة إخراج DO ليستحث المرحل FM لتشغيل مروحة الإمداد .
- سيعطي حاس الضغط الاستاتيكي P بمسلك هواء الإمداد إشارة DI للحاكم بسريان الهواء بعد تشغيل المروحة ودفع الهواء.
- سيعطي حاس درجة الحرارة T بمسلك هواء الإمداد إشارة متغيرة AI للحاكم بدرجة حرارة الهواء .
- سيرسل الحاكم إشارة إخراج متغيرة AO لصمام التحكم في وسيلة التحكم (الصمام الثلاثي).
- إذا انخفضت درجة الحرارة تدريجيا سيعمل T على إرسال إشارة DI للحاكم بانخفاضها، عندئذ سيرسل الحاكم إشارة إخراج AO ليعدل من وضع الصمام الثلاثي.

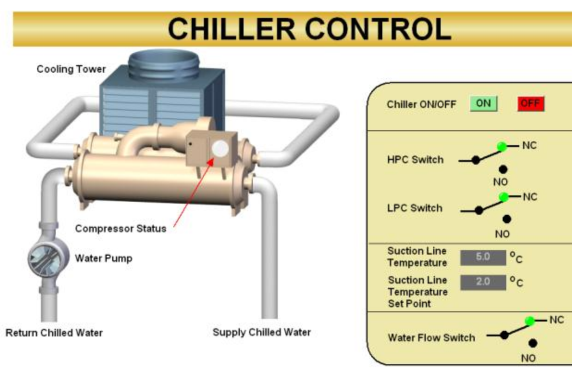
ج -تطبيقات على نظم التحكم باستخدام التحكم الرقمي المباشر
Applications for control systems using DDC

توجد عدة نظم DDC كما سبق دراستها للنظم التقليدية في الفصول السابقة وسنختار نماذج منها:

1. التحكم في مبرد المياه Water chiller control

يعمل نظام التحكمDDC للتحكم في مبرد المياه بطريقة مماثلة للتحكم بـ PLC وقد تمت برمجة تشغيل مبرد الماء بالجزء العملي لهذا المقرر يمكن الرجوع إليه للتفصيل. ويستخدم الجزء الخاص بالبرمجة بطريقة الرموز للتعامل مع DDC كما بشكل (5- 4) من برنامج مختبر العملي . وفيه يتبين ضرورة توصيل وسائل التشغيل والحماية (تحكم المبرد chiller control - فاصل الضغط العالي HP – فاصل الضغط المنخفض LP - درجة حرارة السحب Comp. Suc. Temp. مع نقطة ضبطها set كي يعمل محرك الضاغط للمبرد chiller compressor.

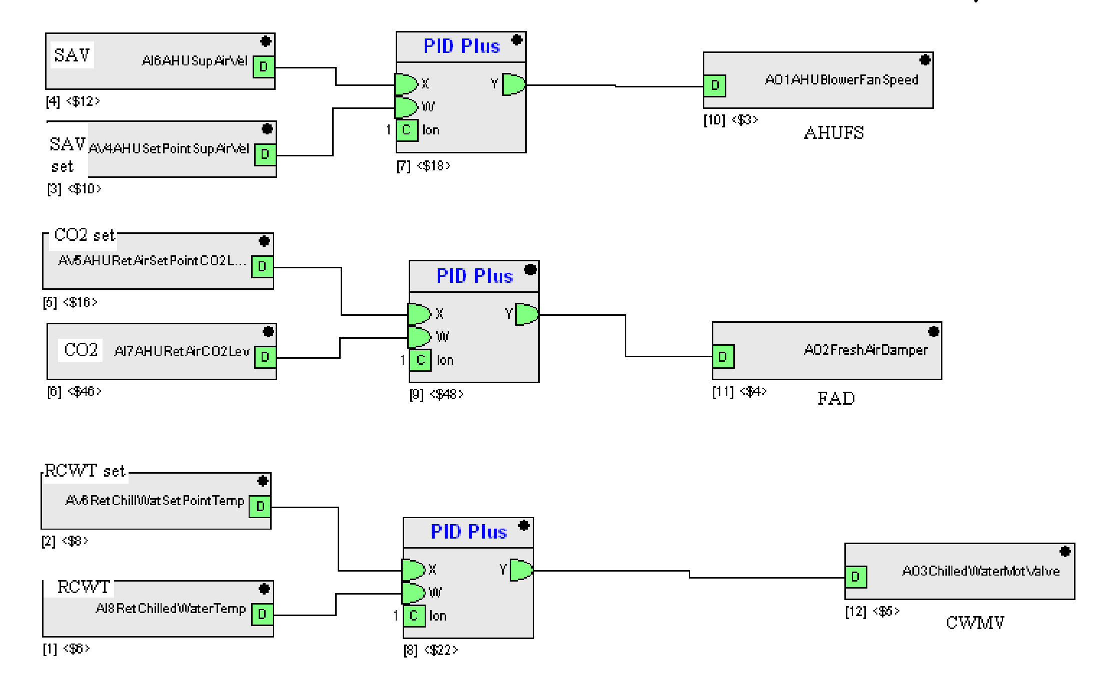


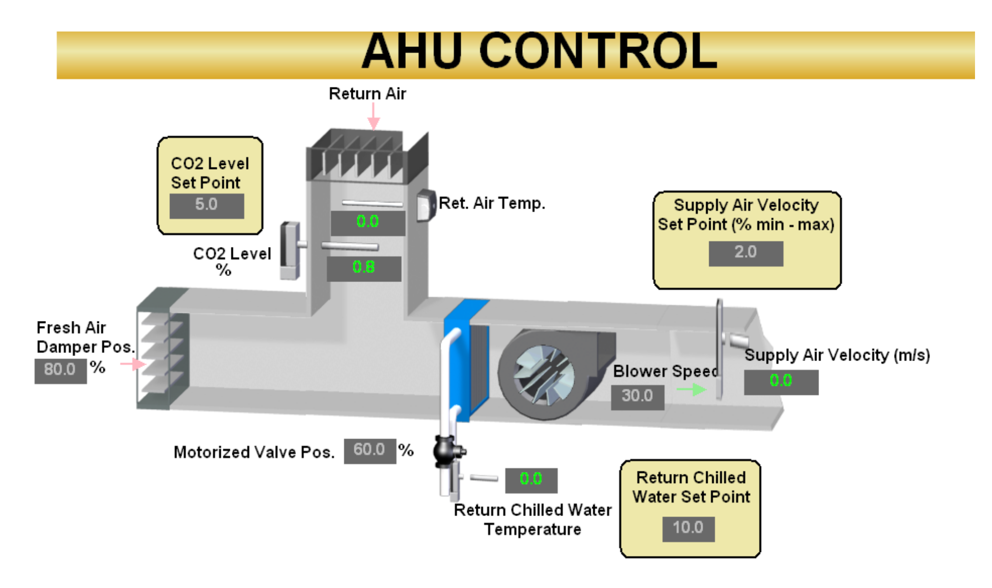


شكل (5- 4) مخطط حلقة التحكم في ضاغط مبرد الماء للتكييف ومبيناتها

2 التحكم في وحدة مناولة الهواء Air Hadling control

تتبع نفس الطريقة التي استخدمت في مبرد المياه باستخدم الجزء الخاص بالبرمجة بطريقة الرموز للتعامل مع DDC كما بشكل (5 -5) من برنامج مختبر العملي، وفيه يتبن التحكم في سرعة المروحة AHUFS تبعا لسرعة هواء الإمداد SAV ونقطة الضبط لها SAVset و التحكم في بوابة الهواء النقي FAD تبعا لنسبة ثاني أكسيد الكربون بالهواء الراجع CO_2 ونقطة الضبط لها CO_2set وأيضا التحكم في صمام الماء البارد CWMV تبعا لدرجة حرارة الماء الراجع RCWT ونقطة الضبط لها RCWTset.





شكل (5 -5) مخطط حلقة التحكم في ضاغط مبرد الماء للتكييف ومبيناتها

طرق أداء نظام التحكم DDC لبعض عمليات التكييف

كنموذجين لأداء هذا النظام سيتم تناول التحكم في نسب خلط الهواء والتحكم في التبريد وإزالة الرطوبة والتحكم في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء HVAC.

1- نظام التحكم في نسب خلط الهواء لتوفير الطاقة Air mixing control

يعمل هذا النظام كما بشكل (5- 6) للحصول على أفضل نسبة خلط بين الهواء الخارجي والهواء الراجع لتوفير الطاقة المستخدمة بعناصر التبريد الميكانيكية بعد تشغيل المروحة وسريان الهواء كما يلي :

- سيرسل حاس درجة الحرارة للهواء المخلوط MT إشارة AI إلى DDC فيعمل بدوره على إرسال إشارة AO لضبط بوابات الهواء الخارجي والراجع والعادم للحصول على درجة حرارة خلط مناسبة.
- سيرسل حاس درجة الحرارة للهواء الخارجي OT إشارة AI إلى DDC فيعمل بدوره على إرسال إشارة AO لضبط بوابات الهواء الخارجي والراجع والعادم ،لإعادة ضبط البوابات للحصول على الحد الأدنى للتهوية الضرورية عندما تتغير درجة الحرارة عن القيمة اللازمة.

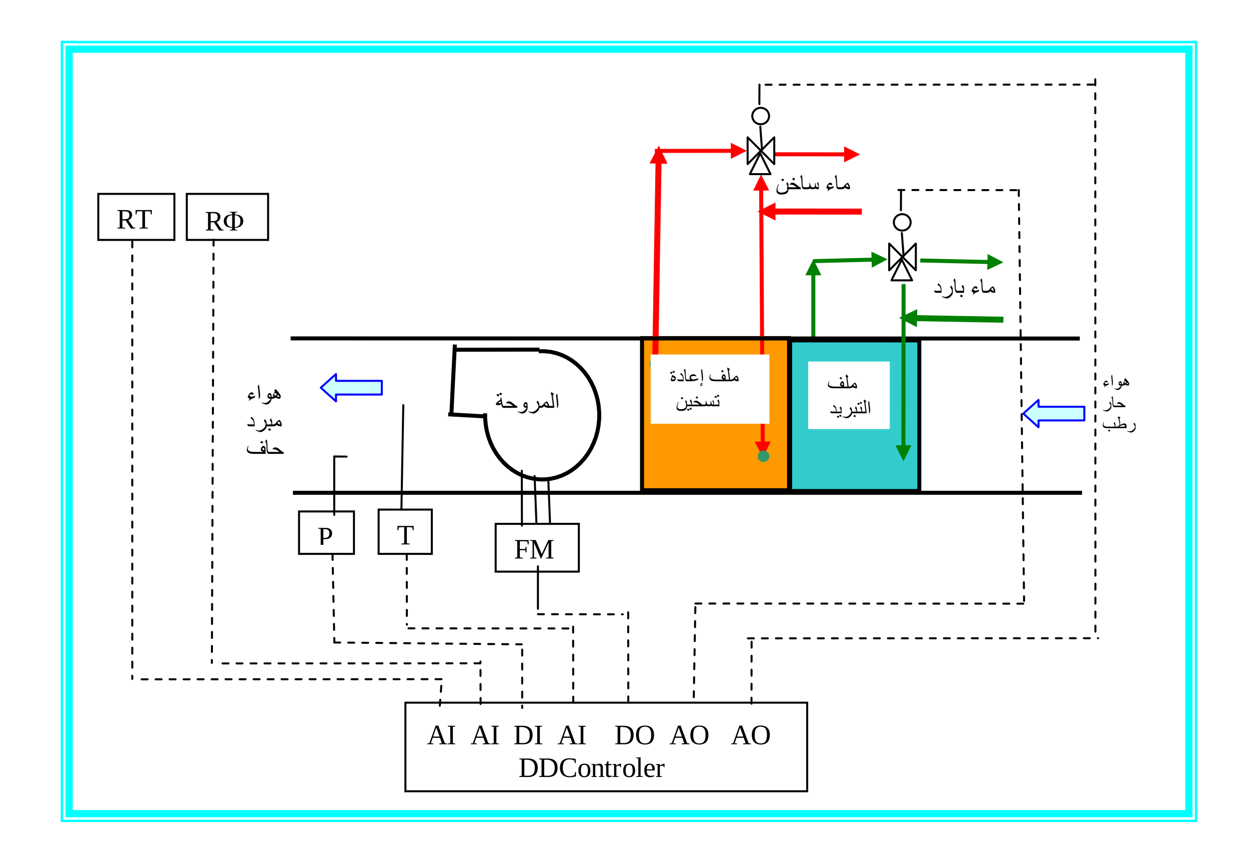
هواء عادم
NC
هواء خارجي
DM
OT
DM
هواء راجع
NC
هواء الإمداد
المروحة
ملف التسخين
ملف التبريد
مرشح
هواء مخلوط
NO
P
FM
MT
DM
DI DO AI AI AO
DDControler

شكل (5- 6) نظام التحكم لخط الهواء

2 - نظام التحكم DDC في التبريد وإزالة الرطوبة Cooling and dehumidification control

للأجواء الحارة الرطبة يعمل هذا النظام على التبريد لخفض درجة الحرارة والرطوبة والاولوية لحاكم الرطوبة. ويبين شكل (5- 7)نظام التحكم الرقمي DDC للتبريد وإزالة الرطوبة لهذه المناطق.

- يعمل الحاكم DDC Controller على إرسال إشارة إخراج DO ليستحث المرحل FM لتشغيل مروحة الإمداد.
- سيعطي حاس الضغط الاستاتيكي P بمسلك هواء الإمداد إشارة DI للحاكم بسريان الهواء بعد تشغيل المروحة.



شكل (5- 7)نظام التحكم الرقمي DDC للتبريد وإزالة الرطوبة

- سيعطي حاس درجة حرارة الغرفة RT إشارة متغيرة AI للحاكم بدرجة حرارة الهواء العالية.
- سيعطي حاس الرطوبة بالغرفة RΦ إشارة متغيرة AI للحاكم بالرطوبة النسبية العالية للهواء.
- سيرسل الحاكم إشارة إخراج متغير AO لضبط صمام ملف التبريد للتحكم في الماء البارد لخفض كل من درجة الحرارة والرطوبة.
- إذا انخفضت درجة الحرارة أكثر من نقطة ضبط ترموستات المكان سيعمل حاسه على إرسال إشارة DI للحاكم لغلق الصمام ولكن نظرا لطلب حاس الرطوبة استمرار فتح صمام ملف التبريد سيعمل الحاكم على استمرار فتح ملف التبريد ، عندئذ سيرسل T إشارة مغايرة للحاكم لتشغيل ملف التسخين لإعادة تسخين الهواء لضبط درجة حرارة الإمداد.
- عندما تصل الرطوبة للحد المطلوب سيعمل الحاكم على إيقاف ملف التبريد.

3 - نظام التحكم الرقمي في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء HVAC ذو الحجم الثابت

يعمل هذا النظام كما بشكل (5- 8) على:

1. توفير الطاقة بخلط الهواء.
2. تبريد الهواء أو إزالة الرطوبة.
3. تسخين أو إعادة التسخين للهواء.
4. ترطيب الهواء.

أداء النظام كما يلي:

- سيعمل هذا النظام على التحكم في نسب خلط الهواء لتوفير الطاقة كما سبق.
- سيعمل بنفس طريقة التبريد وإزالة الرطوبة في حالة ارتفاع درجة الحرارة أو الرطوبة كما بنظام التحكم في التبريد وإزالة الرطوبة السابق.
- في حالة ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة سيطلب Tمن الحاكم تشغيل ملف التبريد بينما سيطلب H من الحاكم تشغيل المرطب لزيادة الرطوبة.
- في حالة انخفاض درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة سيطلب Tمن الحاكم تشغيل ملف التسخين بينما سيطلب H من الحاكم تشغيل المرطب لزيادة الرطوبة.
- إذا انخفضت درجة الحرارة أكثر من اللازم (إلى 5 درجات مئوية) سيطلب الحاس بعد ملف التسخين من الحاكم إيقاف المروحة ويعمل حاس الضغط الاستاتيكي على غلق بوابات الهواء الخارجي والعادم وفتح بوابات الهواء الراجع وإيقاف المرطب.

بعض برامج DDC للتكييف

توجد عدة برامج للحاسب فيما يخص التدفئة والتهوية وتكييف الهواء منها:

- ما يختص بتشغيل وإيقاف المروحة توفيرا للطاقة.
- ما يعمل على توفير الطاقة الكهربية عموما .
- ما يوفر الطاقة عند عدم تواجد الشاغلين بالمكان.
- ما يحدد أفضل حالات التشغيل والإيقاف .
- ما يستخدم الهواء الخارجي البارد صباحا للتبريد صيفا.
- ما يوفر الطاقة للحرارة والرطوبة معا.

EA
RA
هواء راجع
ماء بارد Chilled water
HOt water ماء ساخن
الغرفة Room
H
T
مرطب
FM
Supply fan
مروحة الإمداد
RA
OA
OT
SA
MT
ترموستات الخلط
HLT
حد أعلى
P
SAT
ترموستات الإمداد
Steam
AI AO AI AO DI AO DO AO DI AI AI AI
DDC

شكل (5- 8) نظام التحكم الرقمي في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء HVAC ذو الحجم الثابت.

وفيما يلي أسماء هذه البرامج بالإنجليزية

1. Duty cycle program
2. Power demand limiting program
3. Unoccupied period program
4. Optimum start stop program
5. Unoccupied night purge program
6. Enthalpy program
7. Load reset program
8. Zero energy band program

تمارين

1. اذكر مزايا DDC عن نظم التحكم التقليدية.
2. لمنطقة حارة رطبة أنشئ نظام DDC لتحقيق الراحة الحرارية واشرح أداءه لوظائفه.
3. لمنطقة حارة جافة أنشئ نظام DDC لتحقيق الراحة الحرارية واشرح أداءه لوظائفه.
4. اشرح بالتفصيل نظام التحكم DDC لوحدة مناولة هواء مركزية لمنظومة VAV كما بشكل (5- 8).
5. اذكر الأحمال الحرارية في تكييف الهواء وكيف يمكن الاقتصاد فيها؟
6. بين إجراءات المحافظة على الطاقة في فصل الصيف؟
7. قارن بين نظم إدارة الطاقة المختلفة.

الوحدة السادسة

التحكم النيوماتي (الهواء المضغوط)

الهدف العام :

التعرف على التحكم النيوماتي والتحكم الكهرونيوماتي واستخداماتهما.

الأهداف التفصيلية:

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

- التعرف على مكونات وعناصر نظام التحكم النيوماتي.
- التعرف على مكونات وعناصر نظام التحكم الكهرونيوماتي.
- تحديد وظائف وعمل الحاكمات وأجهزة التوجيه النيوماتية.
- تحديد نظام التحكم المباشر والغير مباشر.

الوقت المتوقع للتدريب:

2 ساعة

الوحدة السادسة

التحكم بضغط الهواء (التحكم النيوماتي)

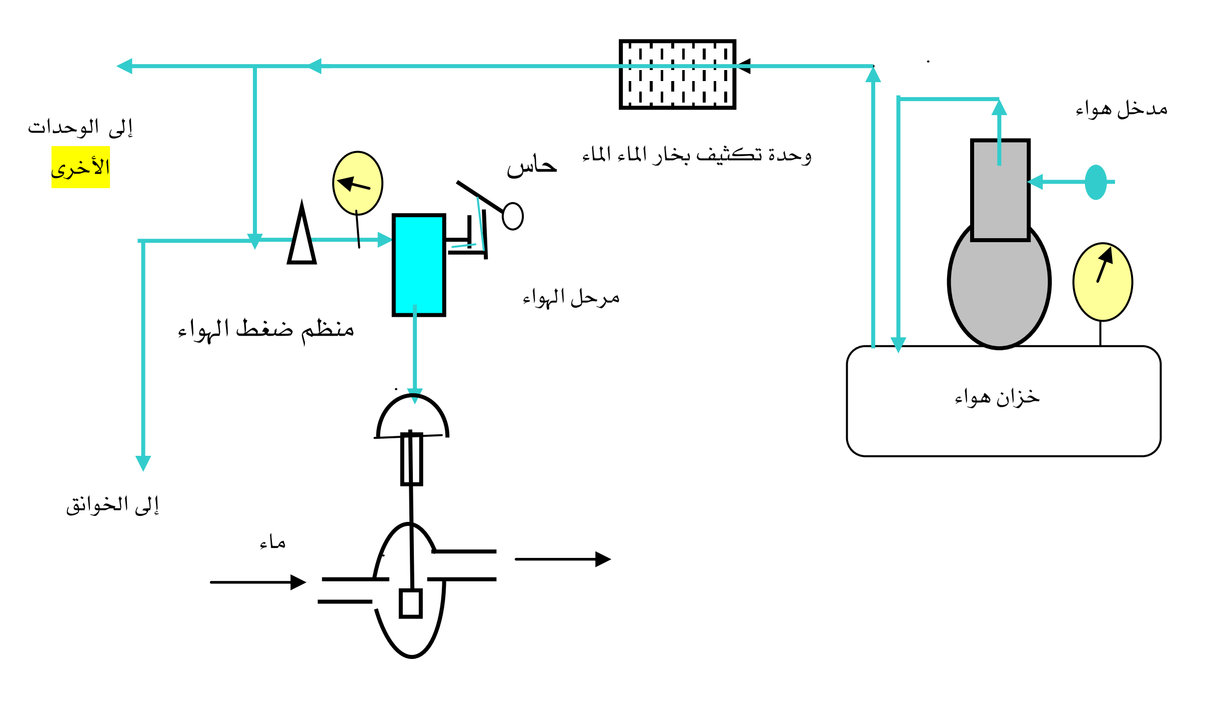
Pneumatic control

يعمل نظام التحكم بالهواء المضغوط على التأثير بقوة هذا الضغط على الجهاز الموجه (صمام ثنائي - صمام ثلاثي - مشغل خوانق، ...) للتحكم في وسيلة التحكم (ماء بارد - ماء ساخن - هواء بارد- هواء دافئ، ....) وبالتالي يمكن التأثير في المتغير المحكوم (درجة الحرارة - الرطوبة النسبية - .....). ويستخدم هذا النوع للوحدات ذات السعات العالية لنظم تكييف الهواء، كمثال لفتح محبس مياه مبردة ضخم يلزم محرك كهربي كبير وطاقة كهربية عالية، في حين أنه يمكن استخدام نظام هواء مضغوط بسيط لتنفيذ هذه المهمة بسهولة.

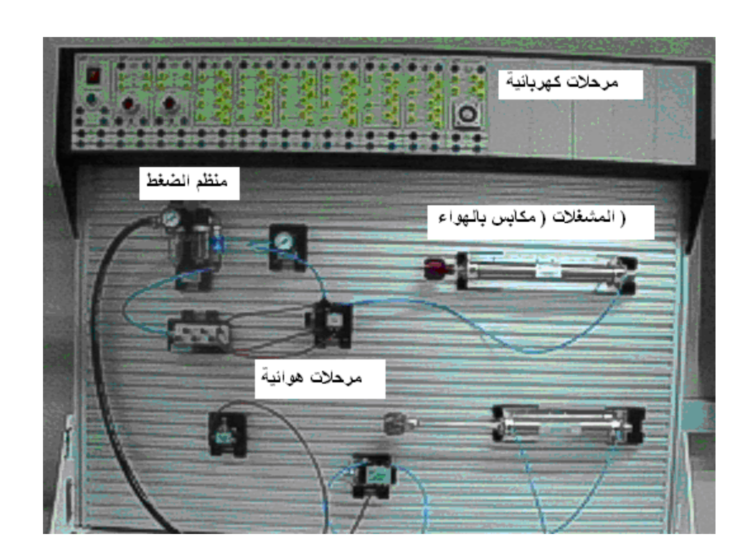
1- مكونات نظام التحكم بالهواء المضغوط Penumatic control system components

كما بشكلي (6- 1) و (6- 2) يعمل هذا النظام بالهواء المضغوط كمصدر للطاقة للتأثير في الصمام أو مشغل البوابات (الخوانق). ويمكن الحصول على الهواء المضغوط من ضاغط هواء يسحب الهواء من الجو المحيط به خلال مرشح لتنقية الهواء من الشوائب والأتربة والعوالق. وبعد ضغط الهواء يدفع إلى خزان تجميع لتخزين كمية من الهواء أكبر من اللازمة لنظام التحكم لتوفير فترة توقف مناسبة للضاغط . ويدفع الهواء المضغوط عبر مواسير (أنابيب) إلى وحدة تبريد صغيرة تعمل على تبريد الهواء وتكثيف بخار الماء منه. ثم يمر الهواء المضغوط الجاف إلى منظم ضغط رئيس يعمل على خفض الضغط إلى الحد المطلوب لنظم التحكم للوحدات.

ومن خط الهواء الرئيس يدفع الهواء إلى الخطوط الفرعية. وخلال الفرع يمر الهواء إلى منظم الضغط الفرعي لخفض الضغط إلى القيمة المطلوبة لمرحل الهواء ومنه للمشغلات (مكابس الهواء)- صمام الماء - البوابات (الخوانق).



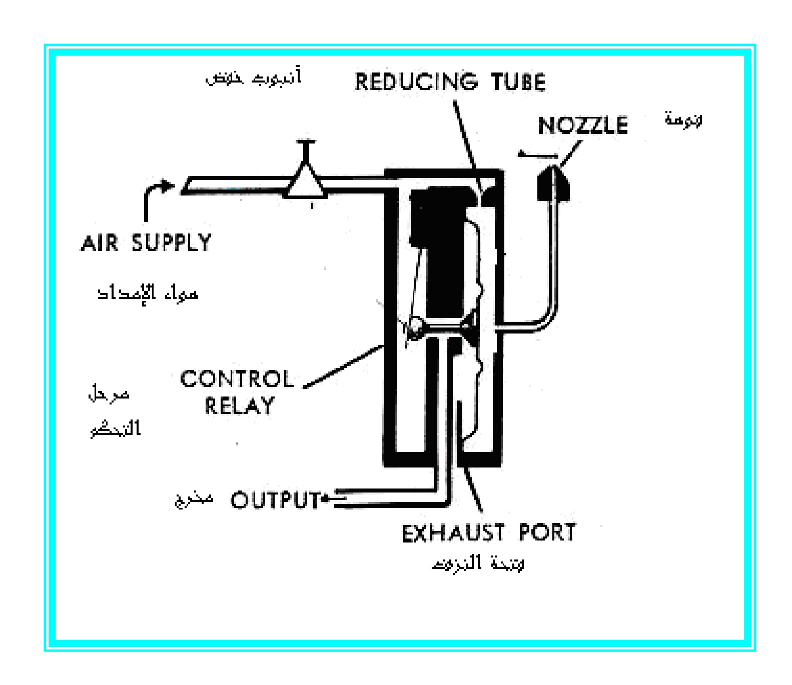
شكل (6- 1) تخطيطي لمكونات ومسار الهواء لنظام التحكم النيوماتي لتغيير معدل مرور الماء



شكل (6- 2) مكونات التحكم بضغط الهواء بالمختبر

2. الحاكم النيوماتي ذو الموضعين ON-OFF controller

شكل (6- 3) يوضح مكونات ونظرية عمل الحاكم النيوماتي ذو الموضعين (مرحل الهواء) وفيه يدخل الهواء من فتحة إمداد الهواء Air supply إلى منظم الضغط ثم فتحة الكرة بالجهة اليسرى، وأيضا من أنبوب الخفض Reducing tube إلى رق المخروط بالجهة اليمنى . في حالة غلق الفوهة Nozzle بالحاس سيزيد الضغط خلف غشاء diaphragm المخروط مسببا غلق فوهة المخروط وبالتالي فتحة النزف Exhaust port، وفي نفس الوقت ستفتح فتحة الكرة من الجهة الأخرى فيمر الهواء المضغوط من مخرج الهواء Output إلى الجهاز الموجه.

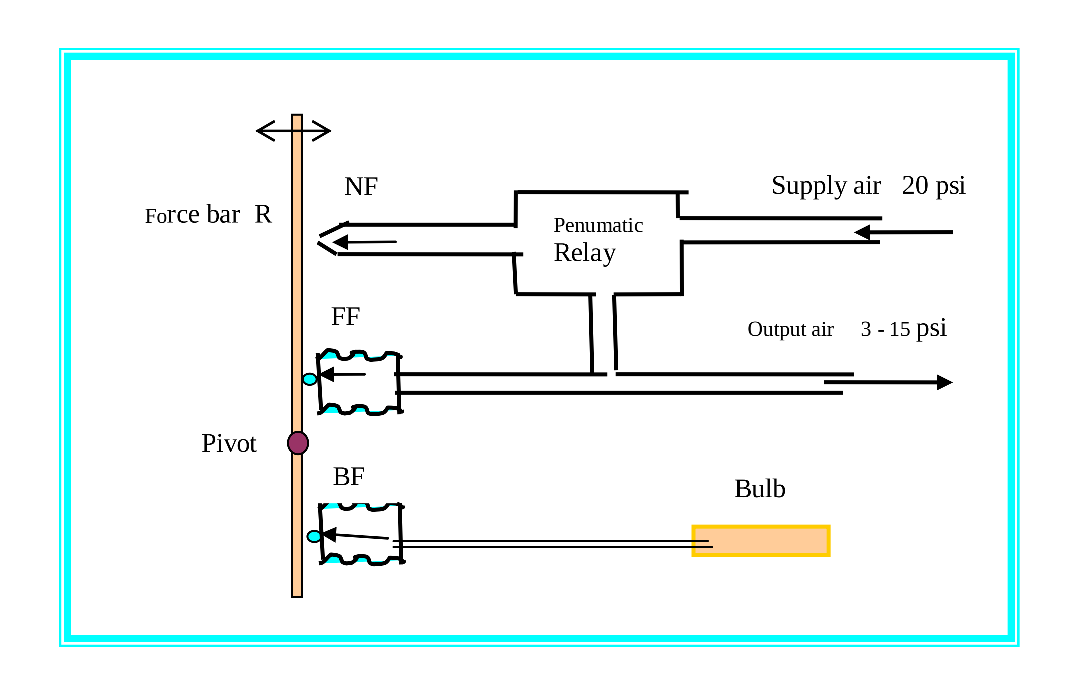


شكل (6- 3) مكونات مرحل الهواء

في حالة فتح الحاس للفوهة سيخرج الهواء منها وبالتالي سيقل الضغط خلف رق المخروط فيعمل زنبرك الكرة على غلق فتحة الكرة وبالتالي منع مرور الهواء إلى الجهاز الموجه وكذلك فتح فتحة المخروط ليمر الهواء من الجهاز الموجه إلى فتحة النزف لتهريب الهواء خارج المرحل ويسبب ذلك عودة الجهاز الموجه لوضعه الأساسي. وهذا النوع من المرحلات ثنائي الوضع إما فتح أو غلق وبذلك يكون التفاوت كبيرا.

الحاكم النيوماتي التناسبي Penumatic proportional control

للحصول على تحكم تناسبي يستخدم النوع المبين بشكل (6- 4) وفيه يؤثر حساس درجة الحرارة بقوة الضغط القادمة من البصيلة Bulb force (BF) على ذراع القوى المتحرك R . فإذا زادت درجة الحرارة سيزيد ضغط البصيلة فيدفع الذراع في اتجاه غلق الفوهة جزئيا (لاحظ محور الارتكاز Pivot) وعندها ستزيد قوة ضغط الفوهة Nozzle force (NF) وبالتالي ستزيد قوة الضغط للتغذية الخلفية Feedback force (FF) فتسبب إعادة دفع الذراع في اتجاه الابتعاد عن الفوهة جزئيا. وتظل القوى الثلاث في تغيير وضع الذراع بالنسبة للفوهة حتى تتزن القوى الثلاث وعندها سيأخذ الإخراج output air القيمة المطلوبة للتأثير جزئيا على الجهاز الموجه حوالي 3- 15psi (0.2إلى 1 ضغط جوي) من قيمة 20 psi من الدخل input air.



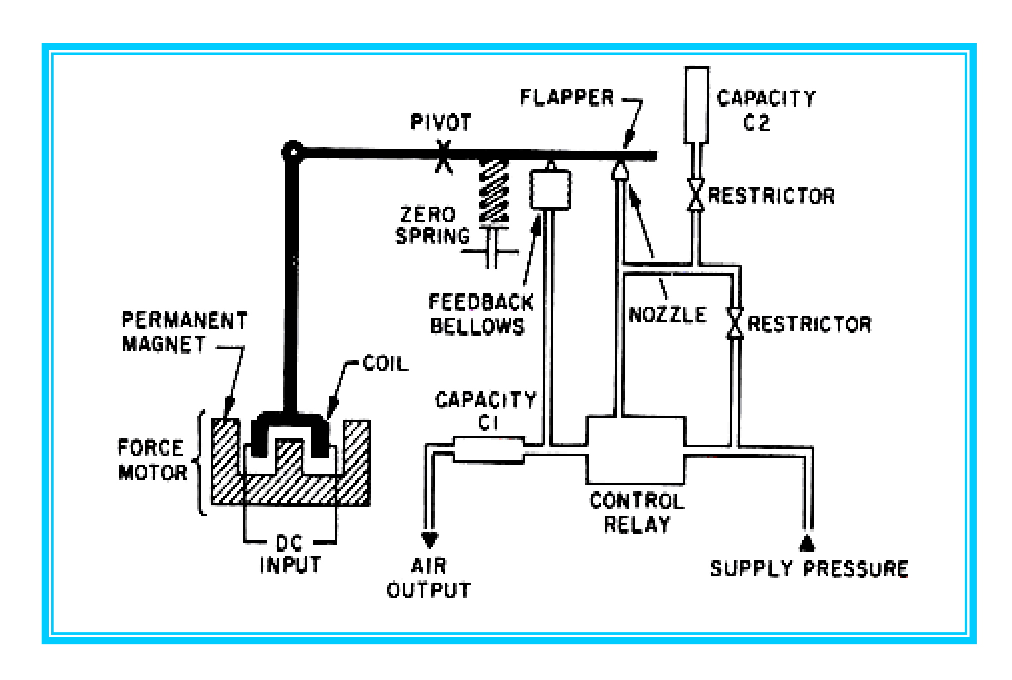
شكل (6- 4) تحكم نيوماتي تناسبي

3. التحكم الكهرونيوماتي Electro-pneumatic control

تستخدم مفاتيح كهر ومغناطيسية لفتح أو غلق مسار الهواء للتحكم، كما تستخدم مفاتيح توصل التيار الكهربي بتأثير ضغط الهواء، أيضا بعض الحواس الحديثة هي أشباه موصلات تعمل على التأثير على دائرة كهربية وبالتالي فإشارة الدخل كهربية وليست ضغط، وعليه يلزم تداخل التحكم الكهربي والهوائي (كهرونيوماتي).



شكل (6- 5) يمثل دخلاً كهربائيا للتأثير على نظام ضغط الهواء حيث تأتي الإشارة من الحاس في صورة تيار مستمر DC وتختلف قيمة هذا التيار باختلاف تأثر الحاس بالمتغير المحكوم (درجة الحرارة أو الرطوبة النسبية) وتدخل هذه الإشارة إلى محرك القوة Force motor فيتغير المجال المغناطيسي المتولد وبالتالي تتغير حركة الذراع صعوداً أو هبوطاً حول محور الارتكاز Pivot مما يدفع الريشة المتحركة Flapper في اتجاه فتح أو غلق الفوهة Nozzle جزئيا ضد قوة نفاخ التغذية الخلفية Feedback bellow حول محور الارتكاز مما يغير من تأثير ضغط هواء الإمداد Supply pressure على إخراج الهواء Air output.



شكل (6- 5) التحكم الكهرونيوماتي

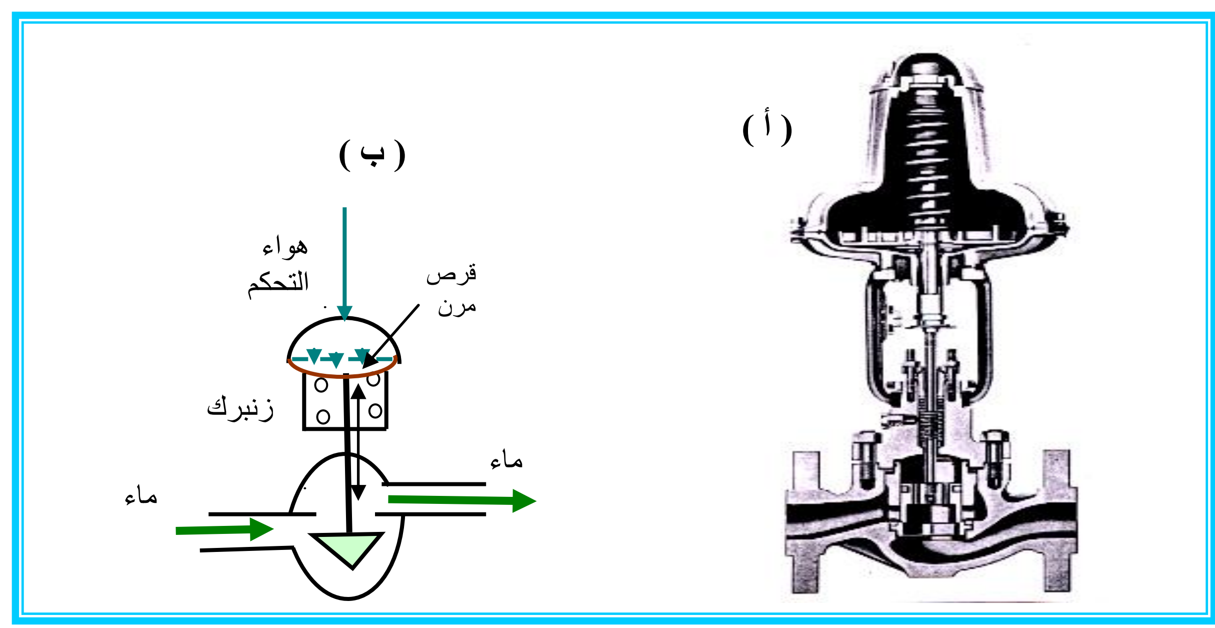
4- التأثير المباشر وغير المباشر للحاكمات Direct and Reversed Action effect

للحاكمات تأثير مباشر Direct Action (DA) أو غير مباشر Reversed Action (RA) ويعتمد ذلك على تأثر الحاكم بالمتغير المحكوم والتأثير المطلوب منه على مصدر الطاقة. فمثلا للمناطق الباردة لكي يغلق الصمام عند زيادة درجة الحرارة فيجب أن يزيد ضغط التحكم بالهواء المضغوط عندما تزيد درجة الحرارة ولذلك فالترموستات يجب أن يكون ذا تأثير مباشر والعكس صحيح.

5- الصمامات والبوابات النيوماتية Pneumatic valves and gates

يمثل شكل (6- 6) مكونات صمام ثنائي يعمل بضغط الهواء. ففي حالة طلب فتح الصمام يدخل هواء التحكم من مرحل الهواء إلى وحدة القوة Power element فيضغط بقوة معينة أكبر من قوة الزنبرك على الرق Diaphragm فيتمدد لأسفل دافعا عمود الصمام ضد الزنبرك Spring ليفتح الصمام لمرور الماء.

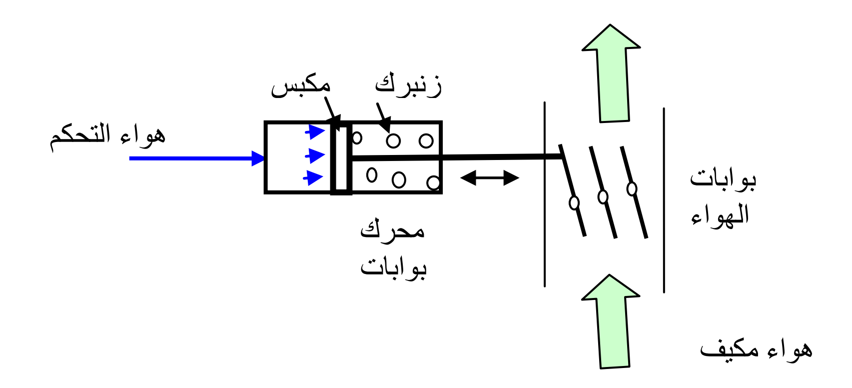
وفي حالة طلب غلق الصمام يدخل هواء التحكم من مرحل الهواء إلى وحدة القوة POWER ELEMENT فيضغط بقوة معينة أقل من قوة الزنبرك على الرق DIAPHRAGM فيعود لوضعه ساحباً عمود الصمام ليغلق الصمام فلا يمر الماء.



(أ) صورة (ب) تخطيطي لبيان نظرية العمل

شكل (6- 6) صمام ثنائي يعمل بضغط الهواء

يمثل شكل (6- 7) مكونات محرك بوابات (خوانق) يعمل بضغط الهواء. ففي حالة طلب فتح البوابات يدخل هواء التحكم من مرحل الهواء إلى محرك بوابات الهواء فيضغط بقوة معينة أكبر من قوة الزنبرك على المكبس فيحركه دافعاً عمود محرك البوابات ضد الزنبرك (Spring) ليفتح البوابات لمرور الهواء (والعكس صحيح).



شكل (6- 7) محرك بوابات (خوانق) يعمل بالهواء المضغوط

6- تتابع التحكم لنظم التحكم النيوماتي Pneumatic systems control sequence

إن دقة اختيار مدى الزنبرك المستخدم بالمحابس والخوانق يمكن نظام التحكم من متابعة التحكم بين التسخين والتبريد والمثال التالي يوضح ذلك

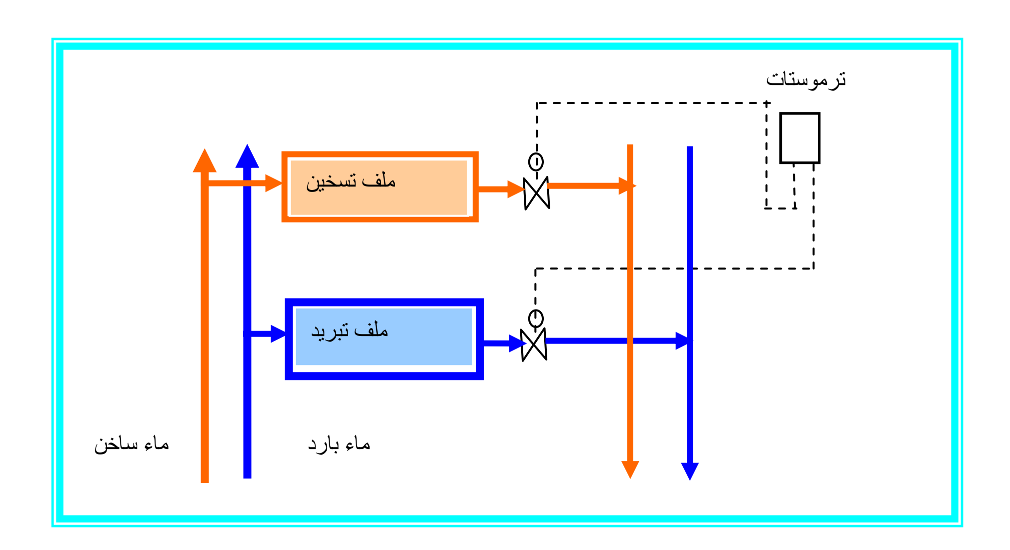
مثال

نظام تحكم رباعي المواسير شكل (6- 8) للتحكم في ملفي التبريد والتدفئة الموجودين بوحدة مناولة الهواء بترموستات واحد بحيث إذا انخفضت درجة الحرارة يجب أن يغلق محبس ملف التبريد ويفتح محبس ملف التسخين. مدى الزنبرك المتاح 55 kPa - 28 وأيضاً 90 kPa - 62 وتغير الهواء المضغوط الخارج من الترموستات في حدود 20 kPa والمطلوب في حالة المنطقة الباردة:

- عين مدى الزنبرك للمحابس وحدد حالتهما NO.....NC
- حالة الترموستات تأثير مباشر أو غير مباشر.
- إذا كانت درجة الحرارة بالمكان المكيف 25 درجة مئوية عندما يكون ملف التبريد مفتوحا بالكامل، ما هو مدى تغير درجة الحرارة خلال عمليات التبريد والتدفئة ؟.

الحل

- للمناطق الباردة يجب أن يكون محبس ملف التسخين ON عادة مفتوحاً لتفادي تجمد الماء بالمواسير في حالة إلغاء إشارة التحكم.
- لكي يغلق الصمام عند زيادة درجة الحرارة فيجب أن يزيد ضغط التحكم بالهواء المضغوط عندما تزيد درجة الحرارة ولذلك فالترموستات يجب أن يكون ذا تأثير مباشر.



شكل (6- 8) نظام تكييف رباعي المواسير

- يخصص مدى 28 -55 kPa للتسخين ومدى 62-90 kPa للتبريد كي يغلق محبس ملف التبريد عند 62 kPa ويفتح كاملاً عند 90 kPa ولذلك فهو عادة مغلق NC.
- وإذا كانت درجة الحرارة بالمكان المكيف 25 درجة مئوية عندما يكون ملف التبريد مفتوحاً فمدى درجات الحرارة سيكون كما بالجدول التالي:

درجة الحرارة مئوية ^{o}C	ضغط التحكم kPa	العملية
25	90	تبريد
25 - (90-62) /20 = 23.6	62	تبريد
25- (90 - 55)/20 = 23.25	55	تسخين
25 - (90 -28) /20 = 21.9	28	تسخين

تمارين

1. مع الرسم اشرح أداء نظام التحكم بضغط الهواء للتحكم في البوابات(الخوانق).
2. اشرح أداء مرحل الهواء الثنائي في خطوات.
3. مع الرسم اشرح أداء مرحل الهواء التناسبي في خطوات.
4. اشرح أداء التحكم الكهرونيوماتي في خطوات.
5. إذا تسببت الشوائب بالهواء في سد فتحة النزف. فما تأثير ذلك على أداء النظام؟.
6. ماذا يقصد بالتأثير المباشر وغير المباشر للحاكمات ؟ ومتى يستخدم كل منهما؟ز

الوحدة السابعة

التحكم في الضوضاء

الهدف العام

يتعرف المتدرب على مصادر الضوضاء وكيفية قياسها وطرق التحكم لخفض مستواها.

الأهداف التفصيلية:

عندما يكمل المتدرب هذه الوحدة يكون قادراً على:

- تحديد مصادر الضوضاء .
- معرفة كيفية قياسها.
- معرفة طرق التحكم لخفض مستوى الضوضاء.
- معرفة طرق التحكم لخفض الاهتزازات.
- معرفة كيفية حماية الأذن من الضوضاء.

الوقت المتوقع للتدريب

2 ساعة

الوحدة السابعة

التحكم في الضوضاء Noise control

مقدمة

تولد معدات التبريد وتكييف الهواء أصواتا غير مرغوب فيها ، ولذلك يلزم التحكم في مستوى هذه الأصوات لتقليل التلوث السمعي لتحقيق الراحة بالمكان المكيف وما حوله. ويختلف تأثر الأذن بالصوت الواصل إليها من حالة الهمس إلى الحالة المزعجة ، وتستجيب الأذن لمدى نسبي واسع من شدة الصوت Sound intensity المسموع من W/m 10^{-12} إلى 10^{2} ويعبر عن الكميات الصوتية بإسنادها إلى وحدة القياس (الديسيبل) dB وتنفس الإنسان يعتبر خافتا 10 dB والهمس 20 dB والصوت المتوسط 50 dB والصوت الجهوري 80 Db وشكل (7 - 1) يبين أجهزة قياس الصوت . وتتناسب شدة الصوت عكسياً مع مربع المسافة من مصدر الصوت .





شكل (7 - 1) أجهزة قياس الصوت

أولا : مصادر الضوضاء للأماكن المكيفة A/C places noise sources

هناك مصادر خارجية وأخرى داخلية للضوضاء

1. **أهم المصادر الخارجية للضوضاء (مؤثرات من خارج المكان المكيف)**

- وسائل النقل كالسيارات والقطارات والطائرات
- معدات أنظمة التبريد وتكييف الهواء كالمراوح ووحدات التكثيف والمضخات والغلايات
- غرف الماكينات والمصاعد ودورات المياه

2. أهم المصادر الداخلية للضوضاء (المؤثرات من داخل المكان المكيف)

- سريان الموائع (الهواء - الماء - وسيط التبريد) بالعناصر كالمروحة ووحدات الملف ووحدات الحث
- سريان الموائع بسرعات عالية في المسالك و/أو المواسير
- وجود اختناق أو عوائق داخل مسلك الهواء أو المواسير
- اهتزاز المواسير أو مسالك الهواء

وتعتبر المروحة ومحركها من أهم منابع الضوضاء حيث تنشأ الضوضاء من سريان الهواء خلال المروحة ووسيلة إدارتها. مستوى قدرة الصوت للمروحة Lw يمكن تعيينه من بعض العلاقات منها:

$$Lw = 11.5 + 10 \text{ Log } P \qquad (1)$$

حيث P القدرة بالوات W

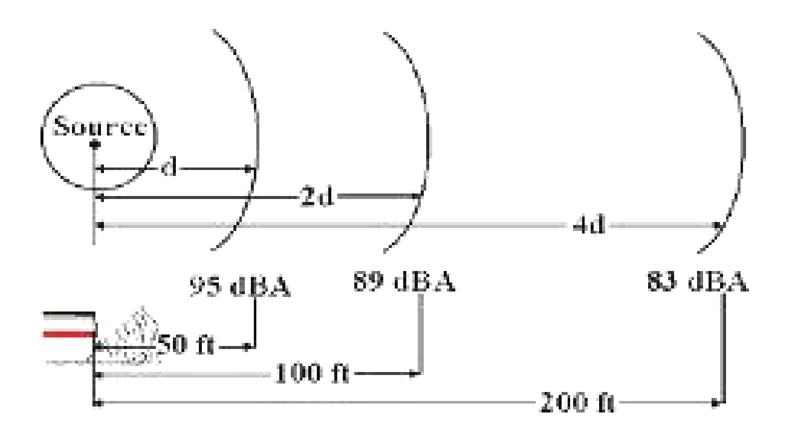
أ - تأثير تعدد منابع الضوضاء Effect of multible noise sources

عادة يكون هناك أكثر من منبع للضوضاء ومستوى الصوت الناتج يأخذ في الاعتبار مستوى الصوت الأكبر مع إضافة عدد قليل من مستوى الصوت يتوقف على الفرق بين مستوى الصوت الأعلى ومستويات الأصوات الأقل كما يلي:

الفرق	أقل من 1	من 2 إلى 4	من 5 إلى 9	أكبر أو يساوي 10
إضافي	3	2	1	1

ب –تأثير المسافة علي مستوى الضوضاء Effect of distance on noise level

يبين شكل (7- 2) تأثير مسافة البعد عن مصدر الضوضاء على إضعاف مستوى الصوت . لاحظ أن مستوى الصوت قد انخفض من 95 إلى 89 ديسيبل عندما تضاعفت المسافة .



شكل (7- 2) تأثير المسافة على مستوى الصوت

ج -قيم مستويات ضغط الصوت وترددها

جدول (7- 1) يبين قيم مستويات ضغط الصوت الناتجة عن عناصر وحدات تكييف الهواء ومدى التردد لبعضها.

جدول (7- 1) قيم مستويات ضغط الصوت لوحدات تكييف الهواء

عناصر وحدات التكييف	مستوى ضغط الصوت (ديسيبل dB)	التردد (هرتز Hz)
مبرد مياه chiller	80 - 110	200- 2000
مكثف تبريد هواء	80 - 100	
مراوح محورية	90 - 110	
مضخات طرد مركزي	80 - 110	45- 600
وحدة ملف ومروحة	40 - 60	
وحدات حث	40- 70	
مضخات	60 - 80	45- 600
ناشرات (حسب سرعة الهواء)	15 - 60	750- 6000

د - معايير الضوضاء لبعض الأماكن Some places noise standers

جدول (7- 2) يبين معايير الضوضاء المطلوبة لبعض الأماكن المكيفة للحد من الضوضاء

جدول (7- 2) معايير الضوضاء المطلوبة لبعض الأماكن المكيفة

المكان	معايير الضوضاء (dB)
المساجد وغرف العمليات وغرف النوم	25 - 35
الاستديو هات	20 - 25
المدارس والمساكن والمكتبات	30 - 35
المكاتب والمطاعم	35 - 40
غرف الماكينات و أماكن الخدمات	40 - 45

ثانيا : طرق التحكم في خفض الضوضاء والاهتزازات لمعدات التبريد وتكييف الهواء
Methods to eliminate noise and vibration for A/C equipment

أ - طرق التحكم في خفض الضوضاء Methods to eliminate noise

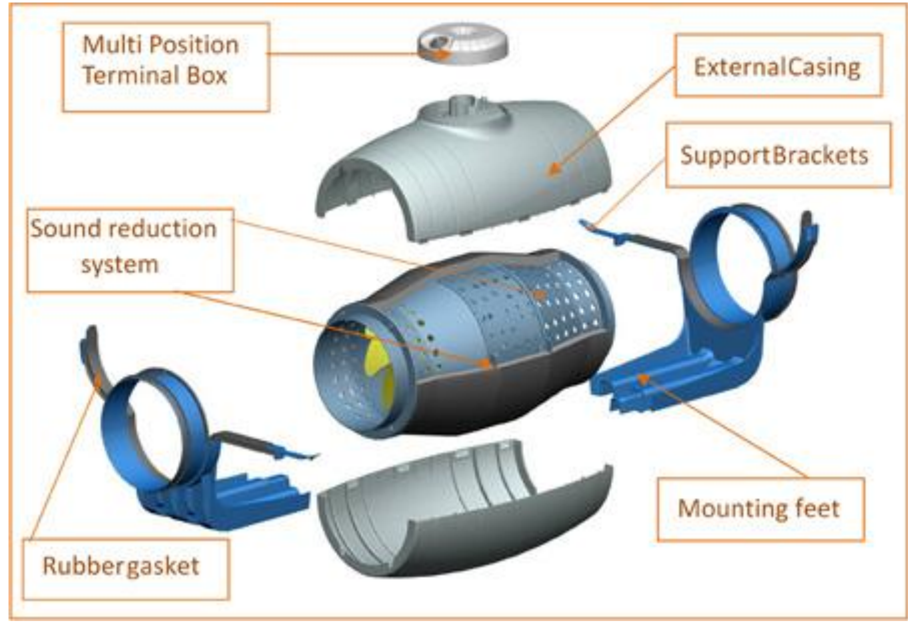
يجب الأخذ في الاعتبار بعض العوامل عند اختيار وتركيب وتشغيل وحدات التبريد وتكييف الهواء لتقليل الضوضاء بقيمة معقولة ومنها:

- اختيار سرعات متوسطة للهواء بالمروحة ومسالك الهواء.

جدول (7- 3) يبين قيم تقريبية لخفض الضوضاء تبعاً لخفض سرعة المروحة.

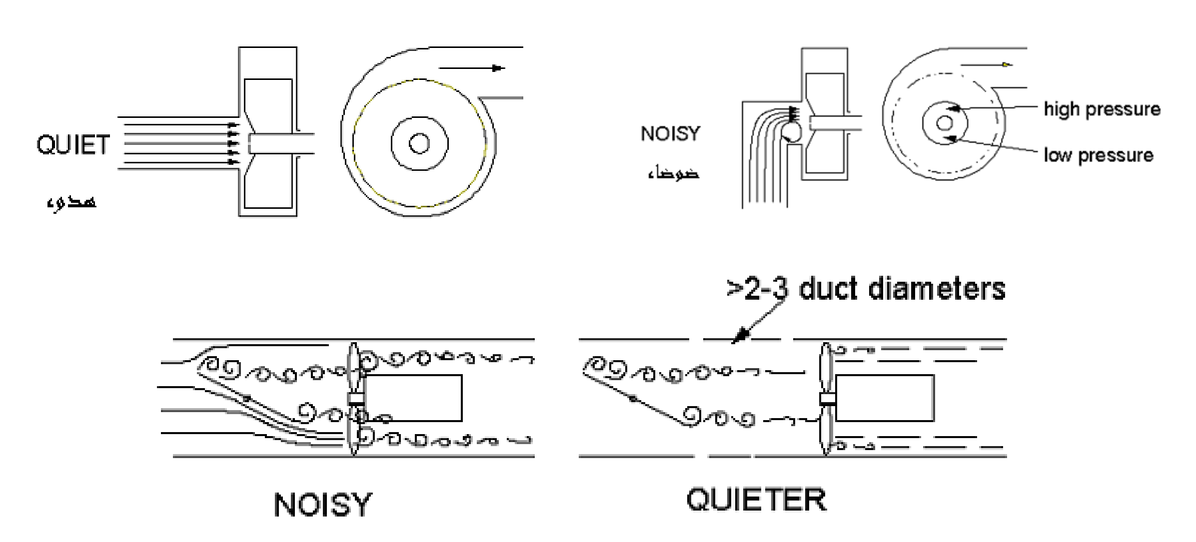
خفض سرعة المروحة	قيمة خفض الضوضاء (ديسيبل)
٪10	2
٪20	5
٪30	8
٪40	11
٪50	15

- اختيار مراوح هادئة ومتزنة (مستوى ضوضاء منخفض) كما بشكل (7- 3).



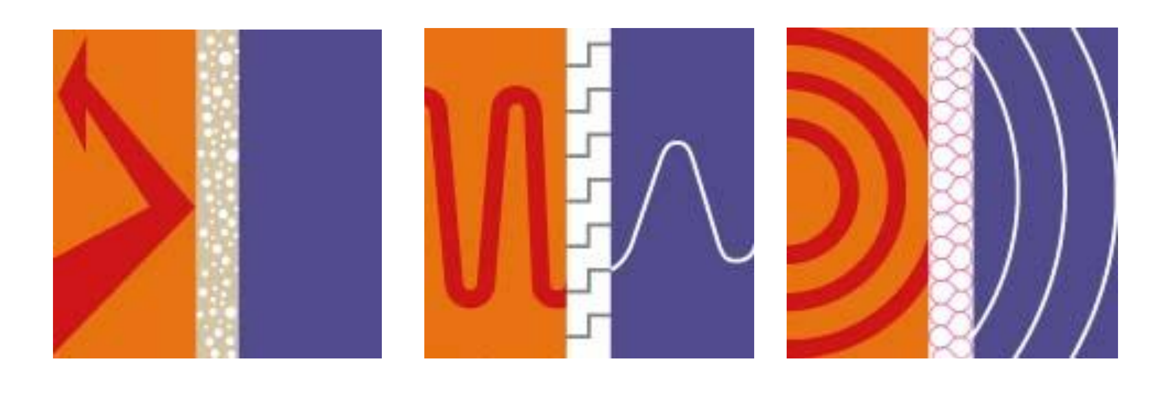
شكل (7- 3) مروحة هادئة Silent in line fan

- إبعاد الكوع والبوابات (من 2 إلى 3 قطر مسلك الهواء) عن مدخل الهواء للمروحة بقدر كاف كما بشكل (7- 4).



شكل (7- 4) تأثير بُعد الكوع والبوابات عن مدخل المروحة على هدوء المروحة

- استخدام وصلات مرنة قبل المروحة وبعدها.
- استخدام علبة حاوية لتخميد الصوت.
- استخدام ريش توجه للأكواع.
- استخدام مواد ماصة ومخفضة وعازلة للصوت كما بشكلي (7- 5) و (7- 6).



مادة ماصة للصوت — مادة مخفضة للصوت — مادة عازلة للصوت

شكل (7- 5) مواد التحكم في الصوت




شكل (7- 6) مادة عازلة للصوت حول الوحدات

- الاهتمام بالمواد الماصة للصوت بالمكان المكيف كالمفروشات والأقمشة الطرية كمثال
  - الألواح المخرمة تمتص الصوت في حدود (20- 50٪)
  - الصوف الزجاجي يمتص (50- 80٪).

الاتجاهات الحديثة لخفض الأصوات

Modern tendency for sounds elemination

تنتج بعض الشركات جهازاً خافضاً للصوت Silencer لسريان الهواء بالمسالك الهوائية يعمل بإمكانية التحكم في مستوى موجة الصوت عند توليد موجة صوت معاكسة. كما توجد بعض المنحنيات لمعيار الضوضاء Noise criteria وهو يحدد العلاقة بينها وبين مستوى ضغط الصوت والتردد. كما توجد منحنيات معيار الغرفة Room criteria وهو مماثل لمعيار الضوضاء ويستخدم لمعدات تكييف الهواء.

الوقاية من الضوضاء Noise protection

عندما يعمل الفني فى وسط به ضوضاء عالية (كمثال ضواغط الطرد المركزي) يجب عليه استعمال واقيات الأذن دون إهمال كما بشكل (7- 7).

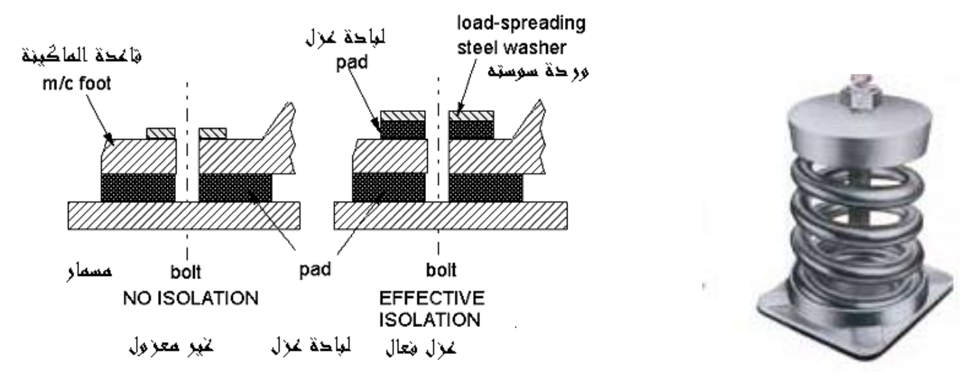


شكل (7- 7) واقيات الأذن من الضوضاء

ثانيا: طرق خفض الاهتزازات لمعدات التبريد وتكييف الهواء

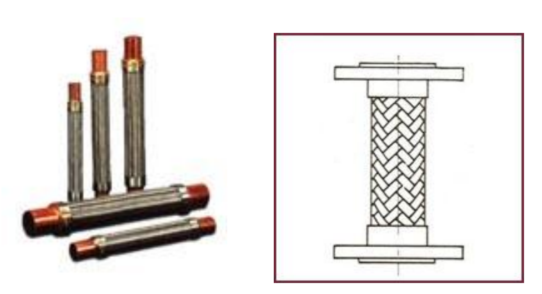
Methods to eliminate vibration for A/C equipment

- استخدام الزنبرك والمطاط والمواد العازلة لتثبيت الضواغط والمضخات كما بشكل(7- 8).



شكل (7- 8) الزنبرك والمواد العازلة لتثبيت الوحدات.

- تركيب وصلات مرنة لخطوط السحب والطرد للضواغط والمضخات كما بشكل(7- 9).



شكل (7- 9) الزنبرك والوصلات المرنة لخفض الاهتزاز.

- التثبيت الجيد والتعليق للمسالك الهوائية والمواسير.
- استخدام مواد مرنة بين المسالك والمواسير والحوائط.
- ضمان محورية العناصر الدوارة.

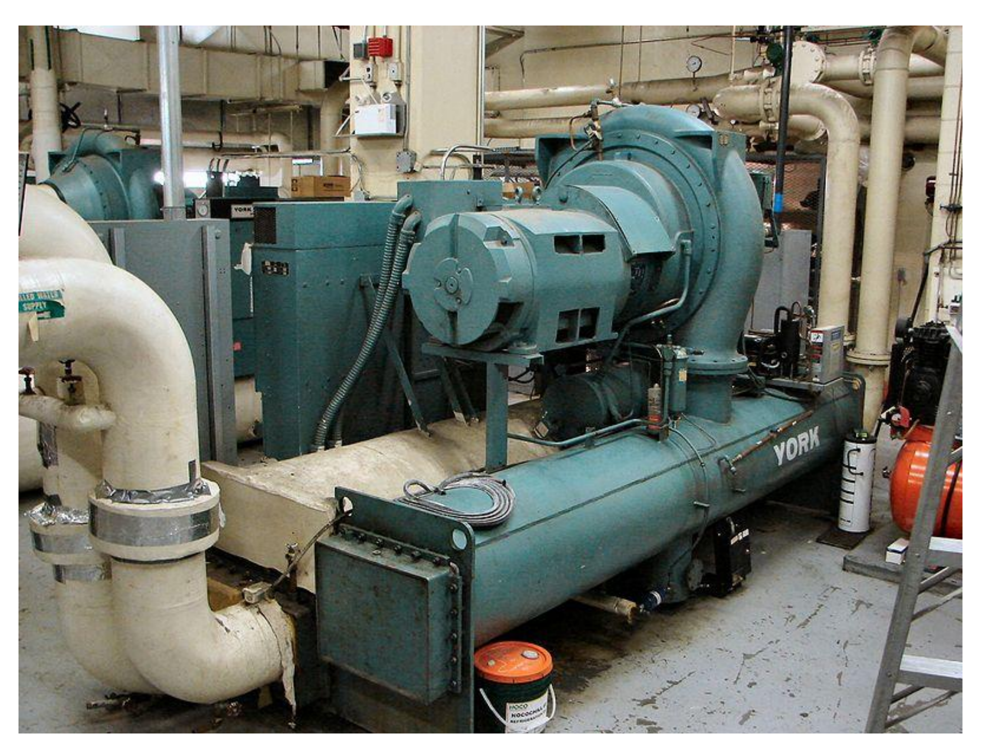
تمارين

1. ما هو مستوى الصوت المقبول للإنسان؟
2. اشرح تأثير تعدد منابع الضوضاء على مستوى الصوت.
3. ما هي طرق خفض الضوضاء لمعدات التبريد وتكييف الهواء؟
4. كيف تؤثر سرعة المروحة على مستوى الضوضاء الصادرة منها؟
5. ما هي طرق خفض الاهتزازات لمعدات التبريد وتكييف الهواء؟

الملحق

التحكم في مبرد المياه الطارد المركزي Centrifugal water chiller control

مبردات المياه ذات السعات العالية (100 - 10,000 TR) تستخدم ضاغطاً طارداً مركزياً وشكل (م- 1) يمثل أحد هذه المبردات.



شكل (م- 1) مبرد مياه ذي ضاغط طارد مركزي لتكييف الهواء

بعض الاختلافات للضاغط الطارد المركزي عن الترددي لأخذها في الاعتبار عند التحكم في مبرد المياه.

- سعات أعلى بكثير نسبيا (100 - 10,000 TR).
- لا توجد صمامات سحب أو طرد.
- توجد ريش توجيه للتحكم في معدل سريان وسيط التبريد.
- سرعة دوران أعلى (تستخدم تروس).
- ضخامة عمود الإدارة (لشبه المغلق).

- عند تغير الرفع compressor left تحدث ظاهرة التمور surge والتي تعكس فيها حركة الضاغط ومحركه تكراراً مما يسبب إجهاداً تم تحطماً لعناصرهما.

التحكم في مبردات المياه ذات الضواغط الطاردة المركزية

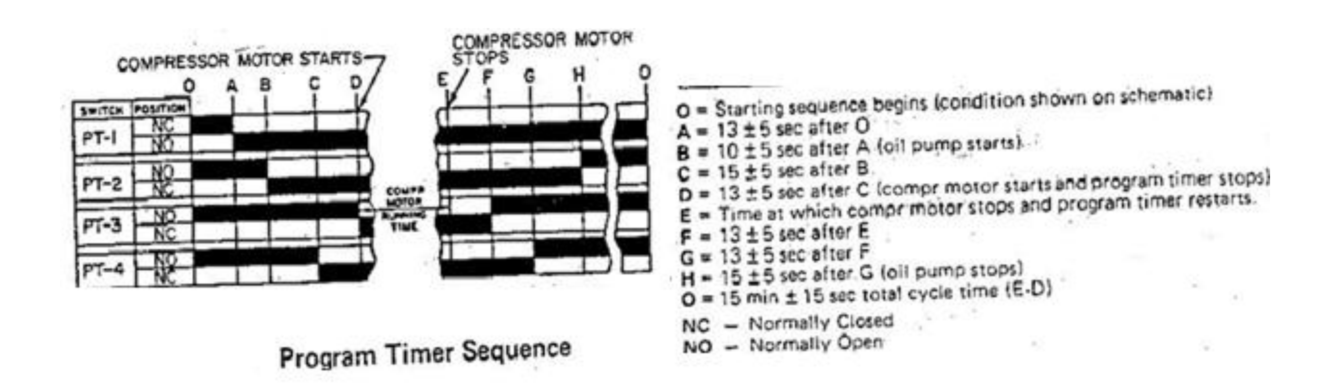
يستخدم وسائل الحماية الأساسية لمبردات المياه ذات الضواغط الترددية (الحماية من التجمد – فاصل الضغط المرتفع والمنخفض - .....) مع الأخذ في الاعتبار بعض الإجراءات الخاصة بالطارد المركزي ومنها :

- نظراً لأنه لا توجد صمامات سحب أو طرد لتحديد كمية الشحنة خلال عملية السحب والطرد في الضواغط الطاردة المركزية تستخدم ريش توجيه للتحكم في معدل سريان وسيط التبريد والذي يجب أن يكون أقل ما يمكن عند بدء التقويم ويزيد تدريجياً محكوما بكل من التيار المسحوب الأقصى بإشارة من MOTOR CT ودرجة حرارة الماء المبرد بإشارة من CHILLED WATER SENSOR معاً والأولوية للتيار الأقصى .
- ضمان غلق ريش التوجيه قبل تقويم محرك الضاغط (GUIDE VANE ACCTUATOR) و GUIDE VANE CLOSE OIL PRESSURE.
- نظراً لضخامة عمود الإدارة في الضواغط الطاردة المركزية ستعمل مضخة الزيت منفصلة عن عمود الإدارة وتبدأ قبل بداية التقويم كما بتتابع التوقيت بمبرمج الوقت PROGRAMER TIMER SEQUENCE بفترة (27-29 s) تسمح بحمل عمود الإدارة على طبقة من الزيت لتقليل الاحتكاك. أيضاً بعد فصل التيار عن المحرك ستستمر لفترة (40-42s) تسمح بحمل عمود الإدارة على طبقة من الزيت لتقليل الاحتكاك حتى يتم توقف عمود الإدارة.
- نظراً للسعة العالية للضواغط الطاردة المركزية فكمية الحرارة المزالة بالزيت ستزيد في الحمل العالي ولذلك يجب تبريد الزيت بملف تبريد (ماء) OIL COOLER، وستقل في الحمل الجزئي ولذلك يجب تسخين الزيت بسخان كهربي وعليه يجب أن يكون هناك ترموستات خاص بدرجة حرارة الزيت لضبط تشغيل سخان الزيت أو ملف التبريد.

- الفترة بين توقف وتشغيل الضاغط لا تقل عن حوالي (15 min)

خطوات التشغيل كما بدائرة التحكم شكل (م- 2) كما يلي:

1. تشغيل مضختي مبرد المياه للمبرد والمكثف بالضغط لحظياً على مفتاح WATER PUMP (START) بدائرة 1 والتأكد من عناصر الحماية لمحرك الضاغط : درجة حرارة محرك الضاغط MOTORوكراسي التحميل BEARING دائرة 10و 11
2. توصيل مفتاح التوصيل والإيقاف بالوضع ON بدائرة 14 والتأكد من عناصر الحماية للوحدة COOLER-CONDENSER – OLS دائرة 14.
3. سيعمل مبرمج الوقت وتغيير أوضاع مفاتيحه تباعاً دائرة 27.
4. سيعمل مضخة الزيت تبعاً لمبرمج الوقت دائرة 5.
5. بتوصيل مفتاح البدء START والتأكد من ارتفاع درجة حرارة الماء المبرد CHILLED WATER RECYCLE دائرة 20وارتفاع ضغط الزيت OIL والتأكد من غلق ريش التوجيه GUIDE VANE CLOSED دائرة 25 ثم يبدأ المحرك بتوصيلة نجمة ثم دلتا دائرة 20 ويتم عد ساعات التشغيل ELASPED TIME دائرة 24.
6. يعمل مبرمج الوقت على تخطي غلق الريش ليسمح لها بالفتح حسب التيار ودرجة حرارة الماء الثلج.
7. سيتغير وضع الريش فتحاً جزئياً وغلقاً جزئياً حسب درجة حرارة الماء الثلج (وتستمر هذه العملية طوال فترة الصيف أي أن الضاغط يظل يعمل لحوالي ستة أشهر أو أكثر إذا لم تحدث مشكلة)
8. عند انخفاض الحمل الحراري عن المطلوب (الحمل الجزئي) (الراجع حوالي $10\ ^oC$) سيفصل ترموستات CHILLED WATER RECYCLE ليتوقف الضاغط.



شكل (م- 2) نموذج دائرة التحكم لمبرد المياه ذي الضاغط الطارد المركزي

المصطلحات الفنية

Absorber material	مادة ماصة	hot gas	غاز ساخن
Actuators	مشغل	Humidity	رطوبة
Across the line	توصيل مباشر	lamb	لمبة (مصباح)
Adsorption material	مادة مازة	Internal motor protection (IMP)	حماية داخلية للملفات المحرك من درجة الحرارة
AHU	وحدة مناولة الهواء	Low limit	حد أدنى
Air cooling control	التحكم في تبريد الهواء	Low pressure cut out	فاصل الضغط المنخفض
Air quality	نوعية الهواء	Master thermostat	ترموستات رئيس
Analog signal	إشارة متغيرة	Mixed air	هواء مخلوط
Antifreeze cut out	فاصل حماية من التجمد	Module	نموذج
Auto transformer	محول أتوماتيكي	Oil differential pressure cut out	فاصل ضغط الزيت الفرقي المنخفض
		Over load (OL)	فاصل الحمل العالي
control	تحكم	Proportional control	تحكم تناسبي
Control sequence	تتابع التحكم	processor	معالج
Contactor (power)	مرحل قدرة (فاصل واصل كهربائي)	Programmable Logic Control (PLC)	تحكم منطقي مبرمج
controller	حاكم	Programming	مبرمج
damper	بوابة (خانق)	Pumping down	ضخ تحتي
		Pumping out	ضخ فوقي
Defrosting	إذابة الصقيع	reflective film	غشاء عاكس
		Relay (control)	مرحل (تحكم)
dehumidifier	مزيل الرطوبة	Remote control	تحكم عن بعد
Direct action (DA)	تأثير مباشر	Reversed action (RA)	تاثير عكسي
Direct Digital Control	تحكم رقمي مباشر	Reversed valve	صمام عاكس
economizer	موفر (مقتصد)	sensor	حساس
electric heater	سخانة كهربي	silencer	خافض للصوت
Energy Management	إدارة الطاقة	Sliding valve	صمام منزلق (بالضاغط اللولبي)
Energy Conservation Opportunities (ECOs)	إجراءات المحافظة علي الطاقة	Solenoid valve	سلنويد(صمام كهرومغناطيسي)
exhaust hoods	وصلة الهواء العادم	Supply air	هواء الإمداد

Fire switch	فاصل الحماية من الحريق	Star- Delta	توصيل نجمة - دلتا
Flow switch	مفتاح السريان	temperature	درجة الحرارة
Fluorescent lamb	مصباح فلوريسنت	thermostat	حاكم درجة الحرارة (ترموستات)
Gate (AND, OR,..)	بوابة (و، أو، ...)	Timer	مؤقت
Guide van throttling	خنق ريش التوجيه (ضاغط طارد مركزي)	Three way valve	صمام ثلاثي المسارات
High limit	حد أعلى	Two way valve	صمام ثنائي المسارات
High pressure cut out	فاصل الضغط العالي	Water chiller	مبرد مياه
humidifier	مرطب		
Humidistat	حاكم الرطوبة		



المراجع

Refference	Author
1- Principles of Refrigeration	Roy J. Dossat Publisher: Prentice Hall
2- "Control Systems for Heating, Ventilation and Air Conditioning"	Roger W. Haines Publisher: Springer; 6th ed. Edition, 2003
3- "Automatic Control for Heating and Air Conditioning "	Harry J. Edwards Publisher:McGrow- Hill, Inc.
4- "Refrigeration and Air Conditioning"	Stoecker, W.F. & Jones, J.W. Publisher:McGrow- Hill, Inc.
5- "Solid State Electronic Controls for Air Conditioning and Refrigeration"	Billy C. Langley Publisher: Prentice Hall College Div 1989.
6- "Introduction to Programmable Logic Controllers"	G. Dunning Publisher: Delmar
7- "Understanding Direct Digital Control"	Carlson and Giandomenico. Publisher: R.S. Means Company, Inc. Published: 1991
8- "Building Energy Management Systems: An Application to Heating and Control"	Levermore Publisher: Routledge Published:2000
9- "Energy Management and Control Systems Handbook"	William F. Payne Publisher: Atlanta, Ga. : Fairmont Press, ©1984.
10- " heating and ventilating .net"	
11- www.hse.gov.uk/pubns/top10noise.pdf	
المؤلف	**اسم المرجع**
مدربو المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني ، 1430-1433	12- الدورات التطويرية المعتمدة من المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني ، طبعة 1429	13- وحدات التحكم المنطقي المبرمج